

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN WEB Y UNA APLICACIÓN
MÓVIL PARA LA MEJORA DE LAS HABILIDADES DEL HABLA
PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTRIZ**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS Y DE COMPUTACIÓN**

María José Caiza Cargua

maria.caiza@epn.edu.ec

DIRECTOR: Ing. ENRIQUE ANDRÉS LARCO AMPUDIA, MSc.

andres.larco@epn.edu.ec

Quito, noviembre 2019

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por **María José Caiza Cargua**, bajo mi supervisión.

Ing. Enrique Andrés Larco Ampudia, MSc.
DIRECTOR DE PROYECTO

DECLARACIÓN

Yo, **María José Caiza Cargua**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

María José Caiza Cargua

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y permitirme culminar este primer escalón de mi vida profesional.

A mis padres por su apoyo, amor, comprensión y sacrificio durante todo este tiempo. Por enseñarme que con esfuerzo y dedicación podemos cumplir las metas que nos propone-mos.

A mis hermanos por su consejos y comprensión, por darme ánimos para culminar este proyecto.

A todas las personas que estuvieron involucradas a lo largo de este proyecto.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por nunca dejarme decaer a lo largo de este camino. Por darme su apoyo a lo largo de mi vida y por mas que ser unos padres han sido nuestros amigos.

A mis hermanos por que con su consejos y ánimos siempre estuvieron pendientes de la culminación de este proyecto.

A mis abuelos que de una u otra forma me brindaron su apoyo.

Agradezco al Ingeniero Andrés Larco por ser una gran persona y un excelente profesor, que con sus consejos y guía se logró culminar este proyecto integrador.

A Hugo, por brindarme su apoyo y consejos en el desarrollo de las aplicaciones del presente proyecto.

CONTENIDO

Resumen	1
Abstract	2
1 INTRODUCCIÓN	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Objetivos	5
1.2.1 Objetivo General	5
1.2.2 Objetivos Específicos	5
1.3 Alcance	5
1.4 Marco teórico	7
1.4.1 Discapacidad	7
1.4.2 Discapacidad Intelectual	7
1.4.3 Discapacidad Física	7
1.4.4 Discapacidad Motriz	8
1.4.5 Trastorno del habla	8
1.4.6 Trastorno Específico del Lenguaje	9
1.4.7 Diagnóstico en los trastornos del lenguaje	9
1.4.8 Inclusión	9
1.4.9 Discapacidad y tecnología	10
1.4.10 Metodología de desarrollo de software	10
1.4.11 Experiencia de Usuario y Prototipado	13
1.4.12 Herramientas	13
1.5 Estructura del Documento	19
2 METODOLOGÍA	20
2.1 Experiencia de Usuario	20
2.1.1 Estrategia	20
2.1.2 Alcance	23
2.1.3 Estructura	26
2.1.4 Esqueleto	29
2.1.5 Superficie	31

2.2	Prototipado	34
2.2.1	Prototipo Baja fidelidad	34
2.2.2	Prototipo Media fidelidad	40
2.2.3	Prototipo Alta fidelidad	49
2.2.4	Evaluación de los Prototipos	66
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	73
3.1	Prototipos	73
3.1.1	Prototipo de baja fidelidad	73
3.1.2	Prototipo de media fidelidad	74
3.1.3	Prototipo de alta fidelidad	76
4	CONCLUSIONES	84
4.1	Conclusiones	84
4.2	Recomendaciones	85
5	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
ANEXOS		91
I	Prototipos	91
I.1	Prototipo 1	91
I.2	Prototipo 2	91
I.3	Prototipo 3	91
II	Actas de Reuniones	91
II.1	Acta de reunión prototipo de baja fidelidad	91
II.2	Acta de reunión prototipo de media fidelidad	91
II.3	Acta de reunión prototipo de alta fidelidad	91
III	Documentos generados	91
III.1	Estadísticas CONADIS	91
III.2	Criterios de Aceptación Prototipo I	91
III.3	Modelo Conceptual Base de datos	91
III.4	Modelo Lógico Base de datos	91
III.5	Arquitectura de las aplicaciones	91
III.6	Encuesta de evaluación prototipo de media fidelidad	92
III.7	Evaluación MARS	92
III.8	Resultados Encuesta de Satisfacción del prototipo de alta fidelidad de la aplicación AppSpich	92
IV	Código fuente	92

IV.1	Aplicación móvil	92
IV.2	Aplicación web	92
IV.3	Backend	92
V	Manuales	92
V.1	Manual de usuario	92
V.2	Manual de configuración	92

RESUMEN

El presente proyecto integrador se realizó en el Instituto Fiscal de Discapacidad Motriz (INS-FIDIM), el cual se enfoca en educación especial a personas con discapacidad, la forma de enseñar es de manera manual. Por esta razón se buscó a través del proyecto realizado fomentar la inclusión educativa con las actuales tecnologías.

El objetivo del presente proyecto integrador es desarrollar una aplicación web y una aplicación móvil para la mejora de las habilidades del habla de personas con discapacidad motriz utilizando prototipado y experiencia de usuario.

Para el desarrollo de las aplicaciones se utilizó experiencia de usuario y prototipado, que ayudaron a realizar aplicaciones centradas en el usuario. Con los planos de experiencia de usuario se logró obtener información acerca de las necesidades del usuario, objetivos de las aplicaciones y limitaciones técnicas que se pueden presentar, además, con la ayuda de prototipado se logró plasmar de forma digital todas estas características e ir perfeccionando las aplicaciones finales.

Con la información establecida y la retroalimentación de cada prototipo. Se diseñó una aplicación web conformada en dos secciones, la primera sección administrativa en la cual se gestiona las secuencias y terapeutas, además la segunda parte para estudiantes con retraso y juego de cada asociación y secuencia. Estas aplicaciones se evaluaron con Mobile App Rating Scale (MARS) obteniendo un promedio de 4,38 el cual indica que las aplicaciones son adecuadas y de buena calidad.

Las aplicaciones sirven como herramienta para el aprendizaje de personas con discapacidad, mejorando habilidades del habla y memoria.

Palabras clave: aplicación web, aplicación móvil, discapacidad motriz, habilidades del habla, comunicación, lenguaje.

ABSTRACT

The present integrative project was carried out at the Instituto Fiscal de Discapacidad Motriz (INSFIDIM), which focuses on special education for people with disabilities, the way to teach is manually. For this reason, it was sought through the project to promote educational inclusion with current technologies.

The objective of this integrative project is to develop a web application and a mobile application to improve the speech skills of people with motor disabilities using user experience and prototyping.

For the development of the applications, user experience and prototyping were used, that helped to make user-centered applications. With the user experience plans, it was possible to obtain information about the user's needs, objectives of the applications and technical limitations that can be presented, in addition, with the help of prototyping it was possible to digitally capture all these characteristics and perfecting the final applications.

With the established information and the feedback of each prototype. A web application was designed consisting of two sections, the first administrative section in which the sequences and therapists are managed, and the second part for students with review and play of each association and sequence. These applications were evaluated with Mobile App Rating Scale (MARS), obtaining an average of 4.38, which indicates that the applications are adequate and of good quality.

The applications serve as a tool for learning people with disabilities, improving speech and memory skills.

Keywords: web application, mobile application, motor disability, speech skills, communication, language.

1 INTRODUCCIÓN

Esta sección describe los antecedentes, objetivos, y alcance del proyecto integrador. También, se detalla la estructura del proyecto, el marco teórico y las herramientas.

1.1 ANTECEDENTES

La Educación es un derecho que toda persona debe tener, para asegurar el desarrollo de sus habilidades personales y garantizar a cada persona una vida digna [1]. De igual modo, la educación constituye un instrumento indispensable, para lograr los objetivos de la igualdad de las personas e impulsar el desarrollo de un país [1].

La discapacidad es la condición de vida de una persona, adquirida durante su gestación, nacimiento o infancia o cualquier otra etapa de la vida, que se manifiesta por limitaciones significativas en el funcionamiento intelectual, motriz, sensorial (vista y oído) y en la conducta adaptativa, es decir, en la forma en que se relaciona en el hogar, la escuela y la comunidad, respetando las formas de convivencia de cada ámbito [2].

Actualmente, se observan grandes transformaciones tecnológicas que modifican de manera profunda las relaciones humanas [3] . Por esto, la relación de la tecnología con la educación inclusiva puede alcanzar el aprendizaje, y además un rendimiento escolar de calidad, de acuerdo con las capacidades especiales de cada estudiante [4].

El uso de la tecnología en el proceso de enseñanza es un factor motivacional, que influye directamente en la atención de las personas . Por esta razón, el uso de aplicaciones web y móviles en la actualidad es cada vez más frecuente [5]. Cuando el ser humano aprende a leer y escribir, previamente debe tener una conciencia fonológica, habilidad que se adquiere durante una alfabetización temprana y es a través del habla donde se puede dar la mayor posibilidad de expresión del ser humano [6].

Según el registro del CONADIS de mayo del 2019, Ecuador tiene 49,234 personas entre 0 a 17 años, registradas con discapacidad intelectual y física [7].

En Internet existe una variedad de aplicaciones dirigidas a personas con algún tipo de discapacidad, sin embargo, el acceso a las aplicaciones es complicado. Además, la información que se entrega es incompleta, y en ocasiones, la estructura y el diseño de las aplicaciones resulta confuso. El principal problema de estas aplicaciones es que son desarrolladas en proyectos de titulación, lo que resulta muy difícil acceder a las mismas, puesto que se encuentran en repositorios documentales de algunas universidades tales como Escuela Politécnica Nacional, Universidad de las Fuerzas Armadas, Escuela Politécnica del Litoral y Universidad Politécnica Salesiana [8].

1.2 OBJETIVOS

Los Objetivos generales y específicos de este proyecto integrador se detallan a continuación:

1.2.1 Objetivo General

Desarrollar una aplicación web y una aplicación móvil para la mejora de las habilidades de habla para personas con discapacidad motriz utilizando prototipado y experiencia de usuario.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Definir los requisitos funcionales y no funcionales según los requerimientos realizados por INSFIDIM.
- Diseñar 2 aplicaciones intuitivas que se adapten a las necesidades y limitaciones de los usuarios.
- Evaluar las 2 aplicaciones realizadas en función de la usabilidad con los terapeutas del Instituto.

1.3 ALCANCE

El presente proyecto esta enfocado al desarrollo de una aplicación web y móvil. Para desarrollar las habilidades del habla de niños con discapacidad motriz. Para esto se determino las siguientes fases:

Experiencia de Usuario

La experiencia de usuario se utilizó para diseñar una aplicación conforme a las necesidades y requerimientos de los usuarios. Desarrollando interfaces fáciles para su uso.

Prototipado

Se diseñaron y desarrollaron tres prototipos descritos a continuación:

- El primer prototipo denominado prototipo de baja fidelidad se representó los objetivos de las aplicaciones, las necesidades de los usuarios, los requerimientos funcionales y no funcionales que deberán tener las aplicaciones.
- El segundo prototipo denominado prototipo de media fidelidad en base a la retroalimentación del primer prototipo. Se representó su contenido, interacción, navegabilidad y el diseño de la información.
- El tercer prototipo denominado prototipo de alta fidelidad se desarrolló para representar el aspecto y comportamiento real de las aplicaciones. En base a la retroalimentación del segundo prototipo y a la información obtenida en los anteriores planos de la experiencia de usuario.

□ Aplicación Web

Se desarrollará una aplicación web para la administración de terapeutas, asociaciones imagen-sonido y secuencias visual-auditivas, además permitir al estudiante desarrollar habilidades del habla y memoria con las metodologías experiencia de usuario y prototipado en el Instituto Fiscal de Discapacidad Motriz.

□ Aplicación Móvil

Se desarrollará una aplicación móvil para el desarrollo de habilidades del habla y memoria del estudiante, usando asociaciones imagen-sonido y secuencias visual-auditivas con las metodologías experiencia de usuario y prototipado en el Instituto Fiscal de Discapacidad Motriz.

□ Evaluación

Cada prototipo diseñado fue evaluado por terapeutas del instituto. Al terminar el diseño y evaluación de cada uno de los prototipos, se presentaron cambios que fueron actualizados en el siguiente prototipo.

El prototipo de alta fidelidad se evaluará con la escala de clasificación de aplicaciones móviles MARS.

1.4 MARCO TEÓRICO

1.4.1 Discapacidad

Discapacidad es un término general que abarca las deficiencias, las limitaciones de la actividad y las restricciones de la participación. Las deficiencias son problemas que afectan a una estructura o función corporal; las limitaciones de la actividad son dificultades para ejecutar acciones o tareas, y las restricciones de la participación son problemas para participar en situaciones vitales. Por consiguiente, la discapacidad es un fenómeno complejo que refleja una interacción entre las características del organismo humano y las características de la sociedad en la que vive [9].

1.4.2 Discapacidad Intelectual

La Asociación Americana de discapacidades intelectuales y del desarrollo (American Association on Intellectual and Developmental Disabilities - AAIDD), define a la discapacidad intelectual como: “La discapacidad intelectual se caracteriza por limitaciones significativas tanto en funcionamiento intelectual, como en conducta adaptativa, tal y como se ha manifestado en habilidades adaptativas, conceptuales y prácticas. Esta discapacidad se origina antes de los 18 años” [10].

1.4.3 Discapacidad Física

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la discapacidad como “un fenómeno complejo que refleja una interacción entre las características del organismo humano y las características de la sociedad en la que vive” [9].

La discapacidad física se presenta cuando una persona tiene un estado físico que le impide de forma permanente e irreversible moverse con la plena funcionalidad de su sistema motriz. Afecta al aparato locomotor e incide especialmente en las extremidades, aunque también puede aparecer como una deficiencia en la movilidad de la musculatura esquelética [11].

1.4.4 Discapacidad Motriz

La discapacidad motriz constituye una alteración de la capacidad del movimiento que afecta, en distinto nivel, las funciones de desplazamiento, manipulación o respiración, y que limita a la persona en su desarrollo personal y social. Ocurre cuando hay alteración en músculos, huesos o articulaciones, o bien, cuando hay daño en el cerebro que afecta el área motriz y que le impide a la persona moverse de forma adecuada o realizar movimientos finos con precisión. La discapacidad motriz se clasifica en los siguientes trastornos [2]:

- Trastornos físicos periféricos** Afectan huesos, articulaciones, extremidades y músculos. Se presentan desde el nacimiento (por ejemplo, algunas malformaciones de los huesos), o bien, son consecuencias de enfermedades en la infancia (como la tuberculosis ósea articular). Algunos accidentes o lesiones en la espalda dañan la médula espinal e interrumpen la comunicación de las extremidades (brazos y piernas) hacia el cerebro y viceversa [2].
- Trastornos neurológicos** Significan el daño originado en el área del cerebro (corteza motora cerebral) encargada de procesar y enviar la información de movimiento al resto del cuerpo. Origina dificultades en el movimiento, y en el uso, sensaciones y control de ciertas partes del cuerpo. Los más comunes son la parálisis cerebral, los traumatismos craneoencefálicos y los tumores localizados en el cerebro [2].

1.4.5 Trastorno del habla

Un “trastorno del habla o lenguaje” se refiere a los problemas de la comunicación u otras áreas relacionadas, tales como las funciones motoras orales. Estos atrasos y trastornos varían desde simples substituciones de sonido hasta la inhabilidad de comprender o utilizar el lenguaje o mecanismo motor-oral para el habla y alimentación. Algunas causas de los impedimentos del habla o lenguaje incluyen la pérdida auditiva, trastornos neurológicos, lesión cerebral, discapacidad intelectual [12].

1.4.6 Trastorno Específico del Lenguaje

El Trastorno Específico del Lenguaje (TEL) es definido por la American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) como: Una anormal adquisición, comprensión o expresión del lenguaje hablado o escrito. El problema puede implicar a todos, uno o alguno de los componentes - fonológico, morfológico, semántico, sintáctico o pragmático del sistema lingüístico. Los individuos con TEL suelen tener problemas de procesamiento del lenguaje o de abstracción de la información significativa para el almacenamiento y recuperación por la memoria a corto plazo [12].

1.4.7 Diagnóstico en los trastornos del lenguaje

En la figura 1 se observa el proceso que se realiza para obtener un diagnóstico de los trastornos de lenguaje.

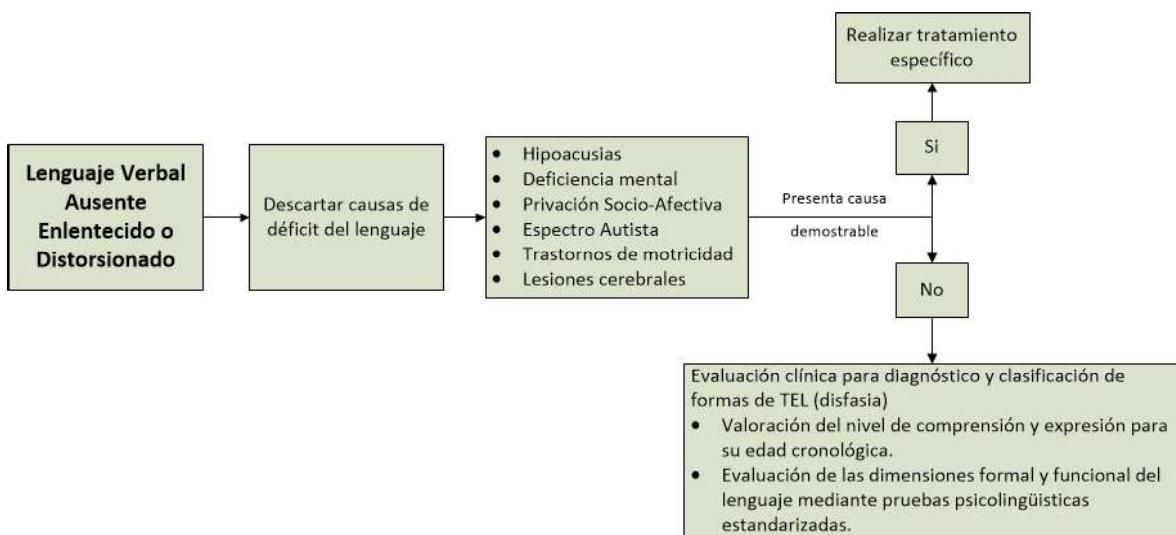


Figura 1: Diagnóstico en los trastornos del lenguaje

1.4.8 Inclusión

La inclusión es un conjunto de procesos y de acciones orientados a eliminar o minimizar las barreras que dificultan el aprendizaje y la participación. El aula constituye un espacio de comunicación, relaciones e intercambio de experiencias entre alumnos e instructores, en el que todos los participantes se benefician de la diversidad de ideas, gustos, intereses, habilidades y necesidades de todos los alumnos, al igual que de la variedad de experiencias

de aprendizaje que el instructor utiliza para propiciar la autonomía y promover la creación de relaciones afectivas que favorecen un clima de trabajo estimulante [13].

1.4.9 Discapacidad y tecnología

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) proporcionan a la educación una serie de ventajas. Al utilizarlas como una herramienta de apoyo, logra reforzar las habilidades básicas y se adapta a las necesidades de cada alumno [14]. Navarro opina que *"Las TIC no pueden ofrecer una interacción humana natural pero, en cambio pueden estimular otros procesos interactivos que favorecen el aprendizaje y desarrollo de los alumnos en general y, en particular el que presenta necesidades educativas especiales"* [15].

A partir de esta idea se puede desarrollar programas educativos con contenido multimedia. Estos tendrán como objetivo apoyar las habilidades auditivas, visuales y de memoria para alumnos con trastornos del lenguaje y habla, puesto que las TIC tienen la capacidad de adaptarse a las necesidades o demandas de cada persona, reduciendo las diferencias, al facilitar el acceso a la comunicación interpersonal a quienes más dificultades tienen para hacerlo [16].

1.4.10 Metodología de desarrollo de software

1.4.10.1 Experiencia de Usuario

Para que una aplicación tecnológica cumpla con los objetivos por los cuales fue desarrollada, debe satisfacer las necesidades y expectativas de las personas discapacitadas con dificultades para hablar. Para conseguirlo es necesario utilizar experiencia de usuario (User Experience - UX) que se centra en tener una comprensión profunda de los usuarios, sus necesidades y limitaciones [17].

Esto significa tener en cuenta todas las posibilidades de cada acción que el usuario pueda tomar y comprender las expectativas del usuario en cada paso del proceso de desarrollo. A continuación, se describe cada plano de la experiencia de usuario desde lo más abstracto a lo más concreto, se toma en cuenta que cada plano es dependiente del anterior [6].

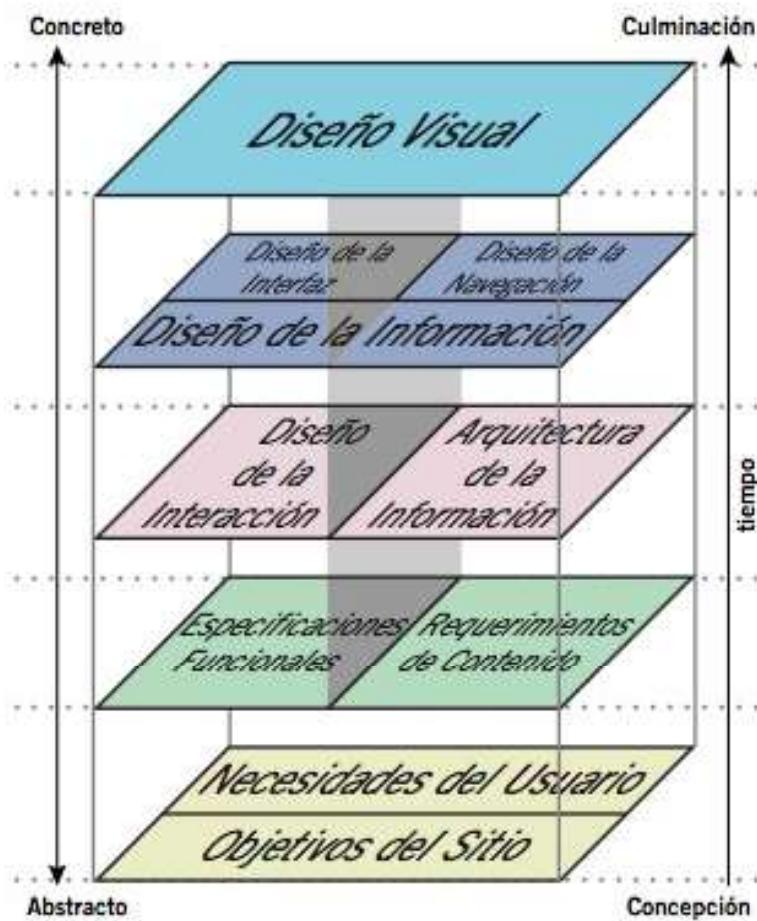


Figura 2: Planos de la Experiencia de Usuario

- **Estrategia:** se definen los objetivos del producto, necesidades de las personas con discapacidad y los terapeuta y requerimientos para definir el contenido que tendrán las aplicaciones [6].
En este plano se define e identifica los requerimientos en contenido y las personas que se involucran en el desarrollo [6].
- **Alcance:** en esta fase se traslada los objetivos del producto y necesidades de las personas con discapacidad y los terapeutas a los requerimientos (requisitos de contenido y las especificaciones funcionales) específicos para decidir el alcance del proyecto [6].
- **Estructura:** se define el diseño de interacción comportamiento, reacciones, la arquitectura de información delimitación de los componentes así como sus reacciones ante ciertas tareas [6].
En este plano comprende la identificación de las opciones involucradas dentro del cumplimiento de ciertas tareas u objetivos [6].
- **Esqueleto:** una vez definido los anteriores planos de la experiencia de usuario. Se

mejora la estructura, identificando los aspectos específicos de la interfaz, definiendo el sistema de navegación y el diseño de la información [6].

- **Superficie:** se centra en cómo el diseño visual debe apoyar la experiencia de usuario, puesto que no es solo una cuestión de estética [6].

1.4.10.2 Prototipado

Prototipado es un paradigma que se enfoca en la construcción de prototipos de una aplicación de software, para presentar la funcionalidad de esta y así ayudar en la obtención y validación de los requerimientos de la aplicación [18] [19].

Requiere una mayor participación del usuario permitiéndoles ver e interactuar con un prototipo con el cual los usuarios generarán comentarios para ir refinando hasta lograr la definición completa de la aplicación [20] [21].

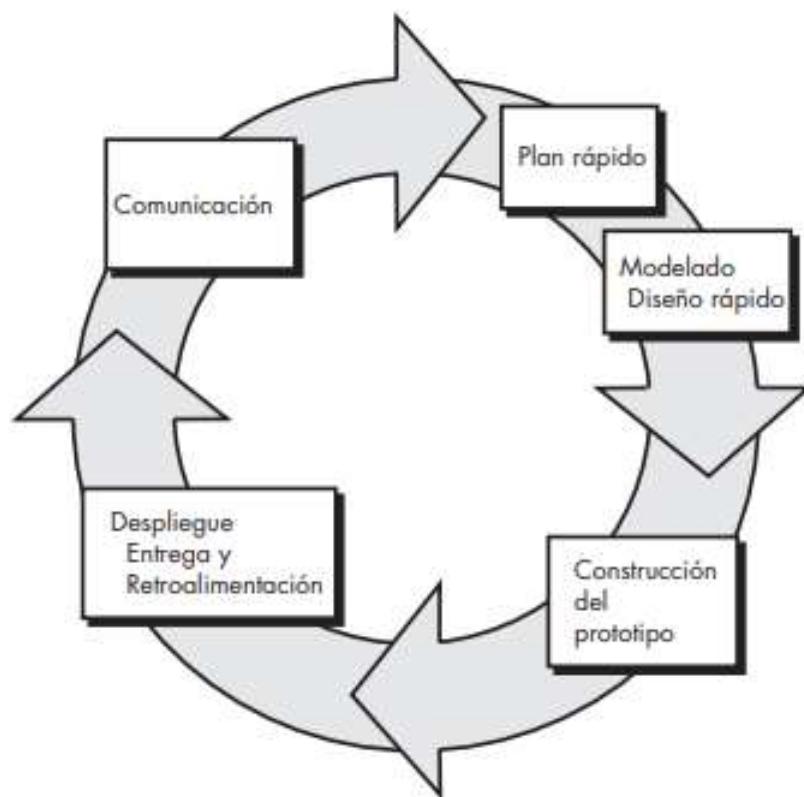


Figura 3: Ciclo Iterativo Prototipado

Finalmente, los prototipos se pueden clasificar por su grado de fidelidad. La fidelidad depende de ciertos factores como: de las características representadas en la interfaz, del grado de completitud funcional que presenta, si incluye validaciones, ayudas, mensajes de error, entre otros [22]. Con respecto a la fidelidad de los prototipos se clasifican en:

- **Baja Fidelidad:** implementan aspectos generales del sistema sin entrar en detalles [20]. Pueden ser una sucesión de mockups estáticos en papel o por computadora con este prototipo se trata de conseguir una gran cantidad de información de la interacción entre la interfaz y el usuario, son más fáciles de realizar, más rápidos pero menos eficientes [22] [23].
- **Media fidelidad:** este prototipo implementa el prototipo de baja fidelidad centrándose en las funcionalidades disponibles, comportamientos deseados y la información presentada. En ocasiones este prototipo no incluye estilo, color o gráficos [20].
- **Alta fidelidad:** este prototipo se implementa de la forma más cercana posible al diseño real en términos de aspectos dinámicos de la interfaz, impresiones, interacción y tiempo [23]. Tiene una mayor dificultad para ser cambiado y puede llevar mucho tiempo de implementación [20].

1.4.11 Experiencia de Usuario y Prototipado

El prototipado es parte importante de la experiencia de usuario (UX). Debido a que, en base a cada uno de los planos de la experiencia de usuario se puede diseñar un prototipo, el cual sirve como mecanismo para identificar los requerimientos de software. Además, permite realizar una interacción con el público objetivo e identificar la funcionalidad y contenido de las aplicaciones. Obteniendo retroalimentación y corregir bugs que se podrían presentar [24].

1.4.12 Herramientas

Para el presente proyecto integrador se utilizaron varios lenguajes de programación, frameworks y herramientas detalladas a continuación:

□ Diseño de Interfaz de Usuario

Tabla 1: Tabla con las herramientas utilizadas para el diseño de interfaces.

Diseño de Interfaz de Usuario		
Nombre	Detalle	Uso
Balsamiq 	Balsamiq es una herramienta rápida de wireframes que ayuda a trabajar más rápido. Reproduce la experiencia de dibujar en una pizarra, pero usando una computadora. Hacer wireframes es rápido. Generará más ideas, para que se pueda descartar las malas y descubrir las mejores soluciones [25].	Primer Prototipo
Lucidchart 	Lucidchart proporciona una solución de diagramación colaborativa e intuitiva para cualquier proyecto. Se enfoca en calidad, seguridad y asequibilidad facilita la toma de decisiones [26].	Primer Prototipo y M E-R

□ Lenguajes de Programación

Tabla 2: Tabla con los lenguajes de programación utilizados.

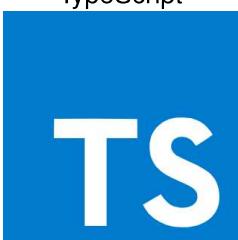
Lenguajes de Programación		
Nombre	Detalle	Uso
TypeScript 	TypeScript es un lenguaje de programación de código abierto desarrollado por Microsoft, el cual cuenta con herramientas de programación orientada a objetos [27].	Segundo y tercer Prototipo
JavaScript  JavaScript	Es un lenguaje de programación que permite crear contenido nuevo y dinámico, controlar archivos de multimedia, crear imágenes animadas y muchas otras cosas más [28].	Segundo y tercer Prototipo
Continua en la siguiente página		

Tabla 2: Tabla con los lenguajes de programación utilizados.

Lenguajes de Programación		
Nombre	Detalle	Uso
	Es un lenguaje de marcado que usa la estructura para dar un sentido al contenido web, por ejemplo define párrafos, cabeceras, tablas, imágenes y vídeos en la página [29].	Segundo y tercer Prototipo
	CSS es un lenguaje de hojas de estilos creado para controlar el aspecto o presentación de los documentos electrónicos definidos con HTML y XHTML. CSS es la mejor forma de separar los contenidos y su presentación y es imprescindible para crear páginas web complejas [30].	Segundo y tercero Prototipo

□ Frameworks y bibliotecas

Tabla 3: Tabla con los Frameworks y bibliotecas utilizadas.

Frameworks y bibliotecas		
Nombre	Detalle	Uso
Angular 	Angular es una plataforma que facilita la creación de aplicaciones con la web. Angular combina plantillas declarativas, inyección de dependencia, herramientas de extremo a extremo y mejores prácticas integradas para resolver los desafíos de desarrollo. Angular permite a los desarrolladores crear aplicaciones que viven en la web, el móvil o el escritorio [31].	Segundo Prototipo
Continua en la siguiente página		

Tabla 3: Tabla con los Frameworks y bibliotecas utilizadas.

Frameworks y bibliotecas		
Nombre	Detalle	Uso
Sails.js 	Sails.js es un framework para Node.js. Está realizado bajo el framework Express, incluyendo varias capas de abstracción para hacer un desarrollo más fácil. Posee un ORM, métodos para crear API RESTful y soporte para manejar peticiones en tiempo real gracias a Socket.io. Es especialmente bueno para realizar aplicaciones que funcionan en tiempo real, como chats, juegos, o aplicaciones colaborativas [32].	Tercer Prototipo
Angular CLI 	CLI angular es una herramienta de interfaz de línea de comandos que se usa para inicializar, desarrollar y mantener aplicaciones angulares. Se puede utilizar la herramienta directamente en un shell de comandos, o indirectamente a través de una interfaz de usuario interactiva, como Angular Console [31].	Segundo y tercer prototipo
Bootstrap 	Bootstrap es un conjunto de herramientas de código abierto para desarrollar con HTML, CSS y JS. Para poder realizar rápidamente un prototipo de ideas o construir una aplicación completa con nuestras variables y combinaciones SASS, sistema de cuadrícula sensible, componentes precompilados extensos y complementos potentes construidos en jQuery [33].	Segundo Prototipo
IONIC 	Ionic Framework es el kit de herramientas de interfaz de usuario móvil gratuito y de código abierto para desarrollar aplicaciones multiplataforma de alta calidad para iOS, Android y la Web nativos, todo desde una única base de código [34].	Segundo Prototipo Móvil
Continua en la siguiente página		

Tabla 3: Tabla con los Frameworks y bibliotecas utilizadas.

Frameworks y bibliotecas		
Nombre	Detalle	Uso
PrimeNG-Primefaces 	PrimeNG es una colección de componentes de interfaz de usuario para Angular. Todos los widgets son de código abierto y de uso gratuito bajo la licencia MIT. PrimeNG es desarrollado por PrimeTek Informatics, un proveedor con años de experiencia en el desarrollo de soluciones de UI de código abierto [35].	Tercer Prototipo

□ Entornos de desarrollo y repositorios de código

Tabla 4: Tabla con los entornos de desarrollo y repositorios utilizados.

Entornos de desarrollo y repositorios de código		
Nombre	Detalle	Uso
Webstorm 	JetBrains Webstorm es un IDE profesional compatible con varias tecnologías modernas relacionadas con JavaScript, HTML y CSS, además ofrece la experiencia completa para el desarrollo Web productivo [36].	Desarrollo de Software
Node JS 	Node.js es un entorno en tiempo de ejecución multiplataforma, de código abierto, para la capa del servidor basado en el lenguaje de programación ECMAScript, asíncrono, con I/O de datos en una arquitectura orientada a eventos y basado en el motor V8 de Google [37].	Desarrollo de Software
MongoDB 	MongoDB es un sistema de base de datos de código abierto NoSQL, orientado a documentos que ofrece una gran escalabilidad y flexibilidad, y un modelo de consultas e indexación avanzado. MongoDB almacena datos en documentos JSON flexibles [38].	Base de Datos

Continua en la siguiente página

Tabla 4: Tabla con los entornos de desarrollo y repositorios utilizados.

Entornos de desarrollo y repositorios de código		
Nombre	Detalle	Uso
Robo 3T 	Robo 3T es una popular interfaz gráfica de usuario (GUI) de escritorio para implementaciones de alojamiento MongoDB que permite interactuar con varios datos a través de indicadores visuales. Es una herramienta de código abierto tiene soporte multiplataforma y se integra con shell mongo, para proporcionar interacción basada en GUI y shell [39].	Gestión Base de Datos
Gitkraken 	Es una potente y elegante interfaz gráfica multiplataforma para git desarrollada con Electron. De forma muy sencilla podemos llevar el completo seguimiento de nuestros repositorios, ver ramas, tags, crear nuevos, todo el historial del trabajo [40].	Software Versionamiento
Gitlab 	Gitlab es un servicio web de control de versiones y desarrollo de software colaborativo basado en Git. Además de gestor de repositorios, el servicio ofrece también alojamiento de wikis y un sistema de seguimiento de errores, todo ello publicado bajo una Licencia de código abierto [41].	Software Versionamiento
OneDrive 	OneDrive es el servicio en la nube de Microsoft que permite almacenar archivos. Permite almacenar y proteger los archivos guardados, compartirlos con otros usuarios y obtener acceso a ellos desde cualquier lugar de todos los dispositivos [42].	Almacenamiento
Google Drive 	Google Drive es un servicio de alojamiento de archivos. Además permite invitar fácilmente a otros usuarios a ver archivos de una cuenta [43].	Almacenamiento

1.5 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

El presente trabajo está organizado de la siguiente manera:

Metodología

En esta sección se describe Experiencia de Usuario y Prototipado que se utilizaron para definir la estructura, control y planificación del proyecto.

Resultados y Discusión

Se presentan los resultados y la discusión para cada uno de los prototipos desarrollados.

Conclusiones

Se presentan las conclusiones del presente trabajo de titulación.

2 METODOLOGÍA

En esta sección se describe de manera detallada las metodologías utilizadas para el desarrollo del presente proyecto.

2.1 EXPERIENCIA DE USUARIO

2.1.1 Estrategia

Para iniciar la implementación de la aplicación web y móvil, se analizará el primer plano de la experiencia de usuario que es La estrategia. Este plano tiene como principal propósito saber lo que se quiere lograr con las aplicaciones en base a las necesidades de nuestros usuarios y de la fundación.

Objetivos

- Desarrollar una aplicación web y móvil enfocadas a la discriminación fonológica y percepción auditiva.
- Buscar el mejoramiento de las habilidades de lectura, escritura, habla y memoria mediante el uso de asociaciones imagen-sonido y secuencias visual-auditivas.
- Entregar una aplicación web que pueda gestionar los terapeutas de la fundación, el contenido multimedia de las asociaciones imagen-sonido y secuencias visual-auditivas que se utilizarán en la aplicación móvil y web.
- Entregar una aplicación móvil y web que utilicen los niños con discapacidad, para practicar las asociaciones imagen-sonido y secuencias visual-auditivas.

Necesidades del usuario

Para identificar las necesidades de los usuarios que utilizarán las aplicaciones, es necesario entender el comportamiento de las personas con discapacidad y terapeutas. Esto radica en conocer quiénes son y qué necesitan.

Necesidades de las personas con discapacidad los aspectos importantes que se deben considerar son:

- Su actividad general responde siempre a varias necesidades. Debido a que necesitan algún apoyo o ayuda para realizar alguna actividad cotidiana.
- La comprensión de algunas instrucciones son complicadas para su entendimiento.
- Las personas que presentan discapacidades que afectan la audición, el habla, la lectura, la escritura o el entendimiento presentan una difícil comunicación con otras personas.

Necesidades de los terapeutas los aspectos importantes que se deben considerar son:

- Presentan un nivel medio de uso de software.
- Ampliar el número de ejercicios que practican con los estudiantes con discapacidad.
- Realizar ejercicios interactivos que estimulen el conocimiento de los estudiantes.

Segmentación de usuarios

Los usuarios que interactuarán con las aplicaciones son diferentes entre sí y cada uno tiene sus propias necesidades.

Por esta razón se realizará una segmentación de usuarios, la cual consiste en dividir a los usuarios en grupos pequeños más manejables. Estos grupos tendrán las mismas características en base a sus necesidades. Este proceso ayuda a comprender mejor las necesidades de cada segmento.

La segmentación que se hizo para el presente proyecto consistió en dividir a los usuarios en los siguientes grupos:

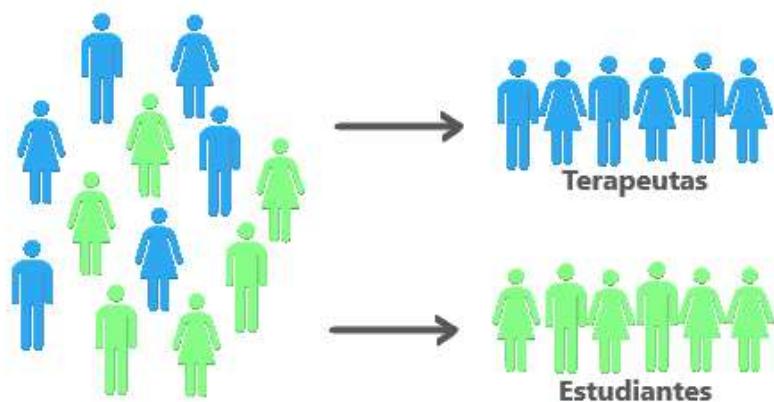


Figura 4: Segmentación de usuarios

- **Personas con discapacidad:** las personas con discapacidad son las que tienen cualquier restricción o impedimento en la capacidad de realizar una actividad de manera normal para el ser humano, como consecuencia de un deterioro que puede ser temporal o permanente, reversibles o no.
- **Terapeutas:** es aquella persona con habilidades especiales obtenidas a través de la formación y de la experiencia, en una o más áreas de la asistencia, y que en su labor ofrece apoyo.

Identidad de marca

Las aplicaciones tienen como objetivo desarrollar las habilidades del habla y memoria, con el uso de asociaciones imagen-sonido y secuencias visual-auditivas para personas con discapacidades.

Se diseñó un logo para que las personas con discapacidad, terapeutas y padres de familia entiendan de qué se trata el software desarrollado. El logo está representado por:

- Un niño debido a que la aplicación es dedicada para niños con discapacidad.
- Formas frente al niño que representa al contenido visual que observará en la aplicación.

- Además hay un ícono de escuchar que representa a los sonidos que las aplicaciones reproducirán.



Figura 5: Logo de las aplicaciones

2.1.2 Alcance

El alcance tiene como propósito convertir las necesidades de los estudiantes, terapeutas y los objetivos del producto en requisitos específicos para el contenido y la funcionalidad que las aplicaciones ofrecerán para su uso.

Funcionalidades y Contenido

Al iniciar el presente proyecto integrador se realizaron reuniones con los representantes de INSFIDIM. En las cuales se pudieron definir las necesidades que tendrán los terapeutas y los estudiantes.

Respecto a las necesidades de cada grupo de usuarios, se estableció una descripción más detallada de las funcionalidades que tendrán cada una de las aplicaciones (web y móvil).

- **Aplicación Web**

- Validación de acceso con nombre de usuario y contraseña para que los terapeutas accedan a la aplicación web.
- Gestionar los terapeutas de la aplicación.

- Gestionar las asociaciones imagen-sonido.
- Gestionar las secuencias visual-auditivas.
- Presentación de todas las asociaciones y secuencias disponibles en la aplicación.
- Visualización de las imágenes que contiene cada asociación imagen-sonido y cada secuencia visual-auditiva.
- Reproducción del sonido correspondiente a cada imagen que contiene cada asociación imagen-sonido y secuencia visual-auditiva.
- Repaso de cada asociación imagen-sonido y secuencia visual-auditiva.

□ Aplicación Móvil

- Presentación de todas las asociaciones y secuencias disponibles en la aplicación.
- Visualización de las imágenes que contiene cada asociación imagen-sonido y cada secuencia visual-auditiva.
- Reproducción del sonido correspondiente a cada imagen que contiene cada asociación imagen-sonido y secuencia visual-auditiva.
- Repaso de cada asociación imagen-sonido y secuencia visual-auditiva.

Definición de requerimientos

El proceso de definir los requerimientos es un paso esencial para entregar lo que los usuarios desean en base a sus necesidades. Teniendo en cuenta que, en este paso se especifica el funcionamiento esperado del software, además sus propiedades esenciales y deseadas.

En base a las funcionalidades y contenido que deben tener las aplicaciones y las cuales se establecieron con los representantes de INSFIDIM. El principal objetivo es transformar estas características en requerimientos funcionales, para entender el comportamiento de cada una de las aplicaciones.

Para ello se estableció la siguiente matriz de requerimientos:

Tabla 5: Tabla con los requerimientos establecidos.

Requerimientos				
ID	Descripción	Necesidad	Interesado	Prioridad
R01	La aplicación permitirá el acceso a los módulos de gestión solo a terapeutas registrados	Seguridad Aplicación	Terapeutas	1
R02	Registrar, eliminar, ver y actualizar terapeuta	Gestionar Terapeutas	Terapeutas	1
R03	Registrar, eliminar y ver contenido multimedia de una combinación silábica	Gestionar Combinacio- nes	Terapeutas	1
R04	Validar que las combinaciones o secuencias tengan al menos dos imágenes y sonidos	Gestionar Combinacio- nes y Secuencias	Terapeutas	1
R05	Validar que todos los campos para registrar un terapeuta sean ingresados	Gestionar Terapeutas	Terapeutas	1
R06	Permitir a los niños aprender una combinación silábica con la ayuda de contenido multimedia		Alumnos	1
R07	Permitir a los niños aprender una secuencia rítmica con la ayuda de contenido multimedia		Alumnos	1
R08	Permitir a los niños repasar la combinación silábica con la ayuda de un juego	Ver avance	Alumnos y Terapeutas	1
R09	Permitir a los niños repasar la secuencia rítmica con la ayuda de un juego	Ver avance	Alumnos y Terapeutas	1

Especificaciones Funcionales

Las especificaciones funcionales se describen desde el punto de vista del usuario. Estas son características detalladas acerca de capacidades, apariencia e interacciones con los usuarios de un software.

A continuación, se detallan las especificaciones que se recabaron desde el inicio del proyecto. Además, se incluyen las especificaciones que se fueron generando a lo largo del desarrollo de la aplicación, y así validar el prototipo de alta fidelidad con todas las especificaciones descritas:

Tabla 6: Especificaciones Funcionales.

Especificaciones Funcionales	
ID	Descripción
E01	Diseñar los módulos de gestión de terapeutas, combinaciones y secuencias con colores claros
E02	Diseñar el módulo de repaso y juego con fondo blanco
E03	El tipo de letra que se utilizará será TW Cent MT o Gothic Century
E04	Se utilizará español como idioma predeterminado
E05	Las aplicaciones se deberán utilizar con o sin internet
E06	El contenido multimedia que tendrán las asociaciones imagen-sonido y las secuencias visual-auditiva serán audio e imagen
E07	La extensión de las imágenes permitidas serán .png, .jpg y .gif

2.1.3 Estructura

El tercer plano de la Experiencia de Usuario es la Estructura. En este plano se definirá el procedimiento de la interacción, comportamiento, reacciones y delimitación de los componentes, así como sus reacciones ante ciertas tareas.

Diseño de Interacción

En este campo se analiza la interacción entre el usuario y las interfaces. El diseño de interacción se centra en anticipar lo que los usuarios deberían hacer y garantizar que las interfaces tengan componentes que sean de fácil acceso, comprensión y uso para facilitar esas acciones a los usuarios que interactúan con las aplicaciones. Para el presente proyecto se consideraron las siguientes acciones:

- Al pasar el mouse sobre una imagen el sonido se reproducirá automáticamente.
- Se presentará la lista de las secuencias y combinaciones activas.
- El mensaje al finalizar el juego se mantendrá por un límite de tiempo.

- Se debe presentar mensajes de error para informar al estudiante que fallo la respuesta.
- En el juego de combinaciones se deberá seleccionar una imagen y sonido, y automáticamente se unirá con una línea.
- En el juego de secuencias se señalará una imagen y si es correcta su posición se ubicará automáticamente.

Modelo Conceptual

Una vez que se definió alcance, objetivos, requerimientos y especificaciones funcionales de las aplicaciones, se pueden identificar las entidades y las relaciones de los componentes de las aplicaciones. Las entidades y relaciones utilizadas para el presente proyecto integrado se detallan a continuación:

- Terapeuta.
- Secuencia.
 - Sonido.
 - Imagen.

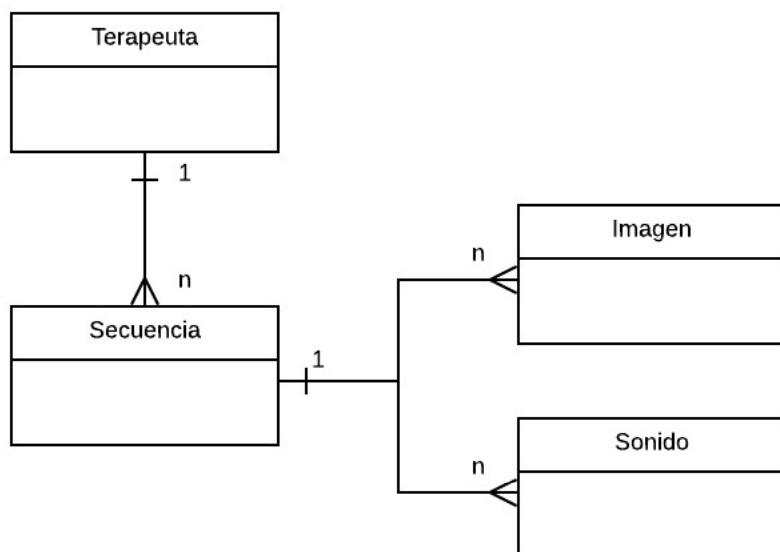


Figura 6: Modelo conceptual

Manejo de Errores

El manejo de errores es una técnica que permite controlar los errores que puede llegar a cometer un usuario en la aplicación, previniendo los errores con un mensaje de alerta que guíe al usuario a un camino correcto para cumplir el objetivo de la aplicación. Los procedimientos para controlar los errores en la aplicación fueron los siguientes:

- **Toast:** son mensajes de alerta que se presentan al usuario, por un determinado tiempo sin intervenir en el funcionamiento de la aplicación. Este tipo de mensajes se utiliza para validar el ingreso de datos en los campos.



Figura 7: Mensajes Toast de la Aplicación

- **Mensajes de Validación:** son mensajes de validación para campos obligatorios y longitud de caracteres de cada campo.

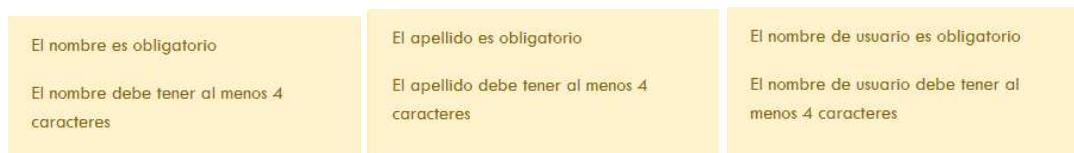


Figura 8: Mensajes de Validación de campos

- **Imágenes y sonidos:** Para el juego de la aplicación se utilizó una imagen y un sonido, los cuales indican al estudiante que la imagen o sonido seleccionado es incorrecto.

Vuelve a intentarlo

Felicidades Ganaste



Figura 9: Mensajes del Juego

Arquitectura de la Información

La Arquitectura de la Información consiste en organizar y estructurar la información. El principal objetivo es que el usuario pueda encontrar la información de una manera eficaz e intuitiva. Además, que pueda completar las tareas a cada interfaz a la que accedan.

Una de las principales herramientas de documentación para la arquitectura de la información o el diseño de interacción es el diagrama. Representa la estructura de manera visual es la forma más eficiente para comunicar las ramas, los grupos y las interrelaciones entre los componentes de las aplicaciones.

El diagrama que se realizó para el desarrollo de las aplicaciones del presente proyecto fue el siguiente:

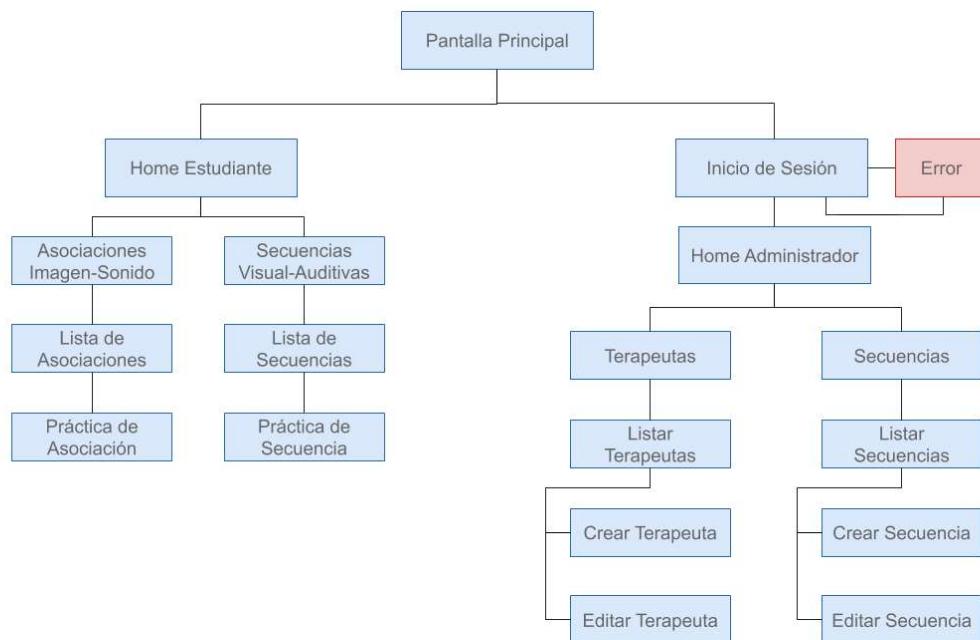


Figura 10: Diagrama arquitectura de la información

2.1.4 Esqueleto

En este plano se define como funcionarán las aplicaciones también la agrupación de botones, campos, formularios y otros componentes de la interfaz. Además, se define la navegabilidad de la aplicación. Estos procesos se realizan para que los usuarios puedan efectuar el proceso de interacción de una manera fácil e intuitiva y así puedan acceder a la información que necesiten.

Diseño de interfaces

El diseño de interfaz radica en seleccionar los componentes correctos y organizarlos adecuadamente en la interfaz, para que sea fácil de usar para cualquier usuario.

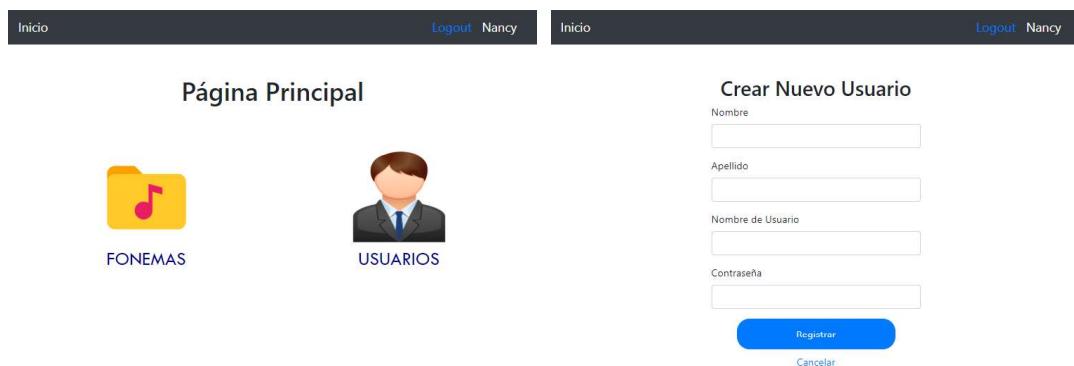
Para el diseño de interfaces de las aplicaciones se utilizó los siguientes 3 frameworks:

Angular: diseño de interfaces Web.

Ionic: diseño de interfaces móvil.

Bootstrap: diseño de interfaces.

Para el diseño de interfaces del prototipo web de media fidelidad, se utilizó Angular junto con Bootstrap. En la figura 11 se presenta interfaces del prototipo de media fidelidad.



The figure displays two screenshots of a web application interface. The left screenshot shows the 'Página Principal' (Main Page) with a dark header bar containing 'Inicio' and 'Logout Nancy'. Below the header are two items: 'FONEMAS' with a yellow folder icon and 'USUARIOS' with a user icon. The right screenshot shows a 'Crear Nuevo Usuario' (Create New User) form with a similar header. The form includes fields for 'Nombre', 'Apellido', 'Nombre de Usuario', and 'Contraseña', each with a corresponding input field. At the bottom of the form are 'Registrar' (Register) and 'Cancelar' (Cancel) buttons.

Figura 11: Interfaz principal y formulario crear usuarios del prototipo media fidelidad

Diseño de navegación

El diseño de navegación es el proceso de moverse entre las interfaces de una aplicación para completar una actividad. El diseño de navegación debe cumplir con los siguientes objetivos:

Permitir a los terapeutas y estudiantes un medio para ir de una a otra interfaz.

Los enlaces deben proporcionar una descripción de a donde se dirigen, esto facilita el entendimiento de las opciones que están disponibles para ellos.

Para la navegación de las aplicaciones se utilizó los siguientes tipos de navegación:

- **Navegación Global:** este tipo de navegación permite tener acceso a todo el sitio. Se utilizó una barra de navegación para el terapeuta y para el estudiante. En la cual permite tener un acceso directo a cualquier opción de las aplicaciones.
- **Navegación Local:** este tipo de navegación permite tener acceso al contenido que se encuentra cercano. La navegación local puede proporcionar acceso a los padres, hermanos e hijos de una aplicación. Se utilizó enlaces en cada página padre para acceder a las opciones que cada una presenta.

Diseño de la Información

El diseño de la información se centra en cómo se presenta la información para que los terapeutas y estudiantes puedan usarla y entenderla fácilmente. Se presentará la información de terapeutas y secuencias mediante tablas como se muestra en la Figura 12:

Lista de Usuarios Registrados				
Crear Nuevo Usuario				
Nombre	Apellido	Nombre de Usuario	Contraseña	Opciones
Nancy	Parreño	nparreño	*****	Ver Detalle Editar Eliminar
Ximena	Chavez	xchavez	*****	Ver Detalle Editar Eliminar

Figura 12: Lista de Usuarios prototipo media fidelidad

2.1.5 Superficie

En el plano de la superficie se centra en el diseño sensorial y la presentación de los arreglos lógicos que conforman el esqueleto de las aplicaciones. Se define los estilos visuales de cada una de las interfaces

Paleta de colores y tipografía

□ Tipografía

La tipografía son los diferentes tipos de letras que se pueden utilizar para títulos, textos, párrafos en aplicaciones de software. La tipografía que se utilizó para el desarrollo de la aplicación web y móvil fue un requerimiento que se obtuvo en el plano del alcance. A continuación, se observan en la figura 13 y 14 los dos tipos de letras requeridos:

- **TW Cent MT**

ABCDEFGHIJKLMNÑOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnñopqrstuvwxyz
1234567890

Figura 13: Tipografía Utilizada TW Cent MT

- **Century Gothic**

ABCDEFGHIJKLMNÑOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnñopqrstuvwxyz
1234567890

Figura 14: Tipografía Utilizada Century Gothic

Paleta de Colores

El color puede producir impresión y comunicar sin una descripción. La paleta de colores debe integrar una variedad de colores las cuales deben ser para varios usos. Para las aplicaciones se escogieron Colores fuertes para títulos y colores pasteles para fondos. Sin embargo, para las aplicaciones de los estudiantes los fondos siempre serán blancos.

La paleta de colores de las aplicaciones desarrolladas fue:

- **Logo**

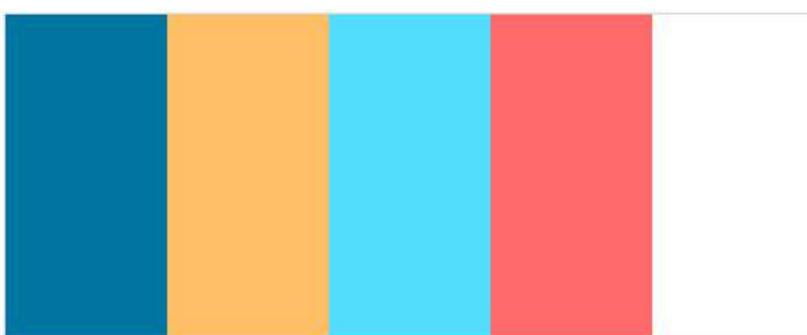


Figura 15: Colores utilizados para el diseño del logo

- **Títulos**



Figura 16: Colores utilizados para títulos

◦ **Fondos**

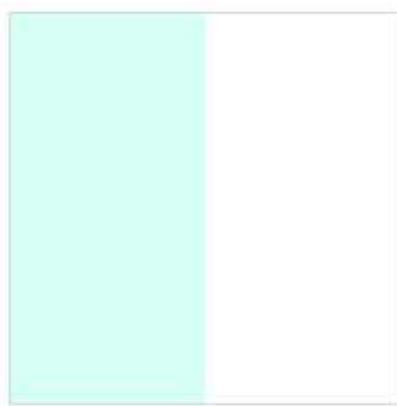


Figura 17: Colores utilizados para fondos

2.2 PROTOTIPADO

La metodología de prototipado modela el producto final y permite efectuar una prueba sobre determinados atributos del mismo sin necesidad de que ya se encuentre toda la aplicación terminada. Se trata, simplemente, de testear haciendo uso del modelo.

2.2.1 Prototipo Baja fidelidad

En la experiencia de usuario se definió la estrategia y alcance con los terapeutas de INSIFI-DIM, en base al análisis de estos planos se diseñó los dos prototipos de baja fidelidad para la aplicación web y móvil.

Además, definir el contenido de las interfaces de las aplicaciones. Se utilizó criterios de aceptación para tener una mejor perspectiva para el desarrollo, en las cuales se describió, se estableció su prioridad y las condiciones de aceptación para conseguir el objetivo de cada interfaz.

A continuación, se detalla el mockup realizado.

Aplicación Web

□ Inicio

Este mockup se diseñó para que la aplicación tenga control de las personas que acceden a realizar cambios administrativos. Para acceder a la aplicación se deberá iniciar sesión con un nombre de usuario correcto previamente creado y una contraseña válida. También se muestran los posibles errores que se pueden presentar. En la figura 18 se presenta el mockup realizado.

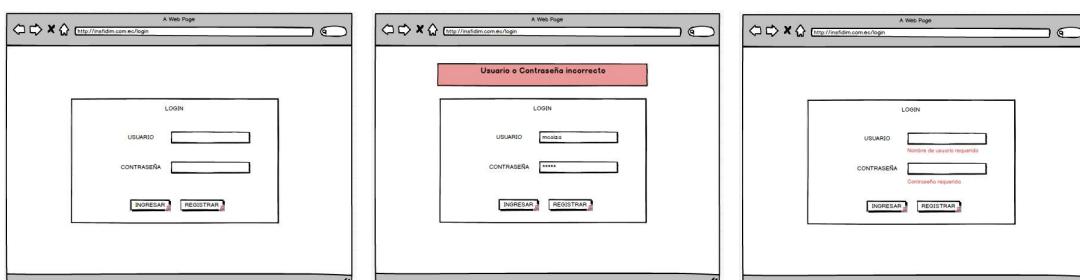


Figura 18: Inicio Sesión prototipo baja fidelidad

□ Interfaz principal Estudiante y Terapeuta

Se diseñó este mockup como se muestra en la figura 19, para que las funciones de cada segmento de usuarios sean separados. Debido a que, el terapeuta realizará funciones de gestión y el estudiante funciones de aprendizaje.

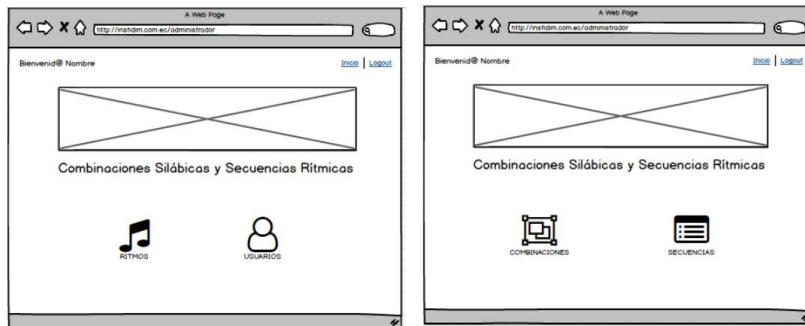


Figura 19: Inicio para Estudiante y Terapeuta prototipo de baja fidelidad

□ Gestión Terapeutas

Se diseñó este mockup como se muestra en la figura 20, para gestionar los usuarios. Se listará todos los usuarios registrados en la aplicación, cada usuario tendrá las opciones de editar y eliminar. Además, tendrá la opción de registrar un nuevo usuario.

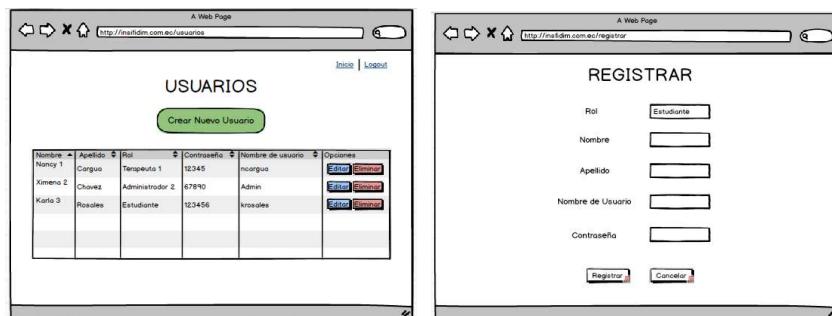


Figura 20: Gestión de usuarios prototipo de baja fidelidad

□ Gestión Secuencias

Se diseñó este mockup como se muestra en la figura 21 para gestionar las secuencias que se van a formar. Se listará todas las secuencias de la aplicación, cada secuencia tendrá las opciones de editar y eliminar. Además, tendrá la opción de registrar una nueva secuencia.

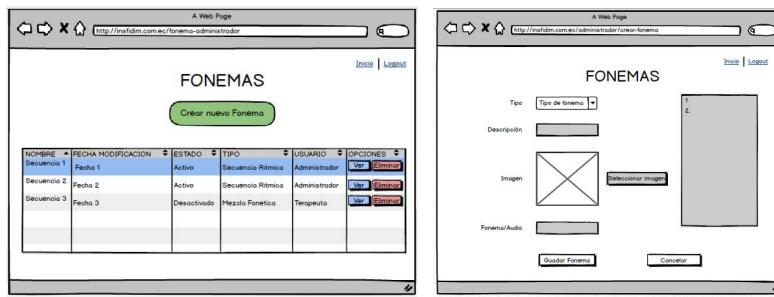


Figura 21: Gestión de Fonemas prototipo de baja fidelidad

□ Lista de Combinaciones Silábicas

Se diseñó este mockup como se muestra en la figura 22 para que el estudiante pueda acceder al contenido multimedia que tiene cada combinación. Seleccionando cada combinación que desee practicar.

A continuación, se le presentará el contenido multimedia de la combinación y podrá escoger la opción para iniciar el juego.

Una vez que acierte el juego podrá continuar con la siguiente combinación.

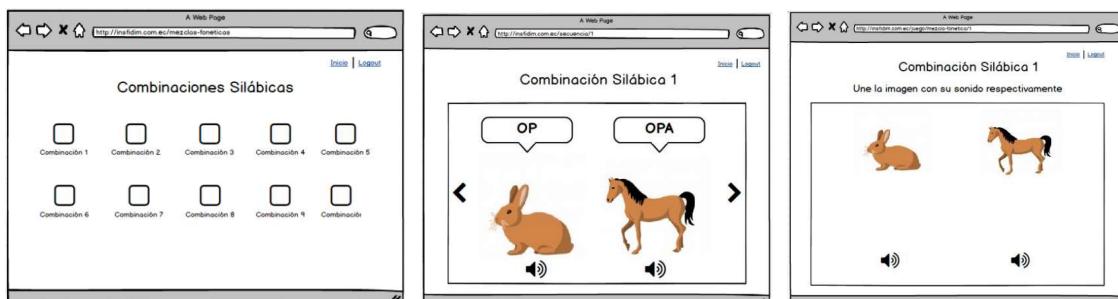


Figura 22: Lista de combinaciones Silábicas prototipo de baja fidelidad

□ Lista de Secuencias Rítmicas

Se diseñó este mockup como se muestra en la figura 23 para que el estudiante pueda acceder al contenido multimedia que tiene cada secuencia. Seleccionando cada secuencia que desee practicar.

A continuación, se le presentará el contenido multimedia de la secuencia y podrá escoger la opción para iniciar el juego.

Una vez que acierte el juego podrá continuar con la siguiente secuencia.

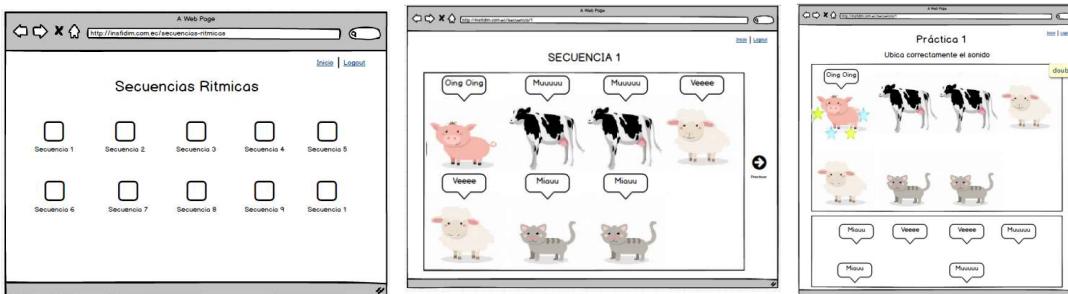


Figura 23: Lista de Secuencias Rítmicas prototipo de baja fidelidad

Aplicación Móvil

□ Inicio

Se diseñó este mockup como se muestra en la figura 24 para que los estudiantes puedan acceder a la aplicación, se deberá iniciar sesión con un nombre de usuario correcto previamente creado y una contraseña válida. También se presentan los posibles errores que se pueden presentar.



Figura 24: Inicio de sesión Móvil prototipo de baja fidelidad

□ Interfaz Principal Estudiante Móvil

Se diseñó este mockup como se muestra en la figura 25 para que los estudiantes escogen las opciones combinaciones y secuencias.



Figura 25: Inicio del Estudiante prototipo de baja fidelidad

□ Lista de Combinaciones Silábicas

Se diseñó este mockup como se muestra en la figura 26 para que el estudiante pueda acceder al contenido multimedia que tiene cada combinación. Seleccionando cada combinación que desee practicar.

A continuación, se le presentará el contenido multimedia de la combinación y podrá escoger la opción para iniciar el juego como se muestra en la figura 27.

Una vez que acierte el juego podrá continuar con la siguiente combinación.



Figura 26: Lista de Combinaciones Silábicas prototipo de baja fidelidad

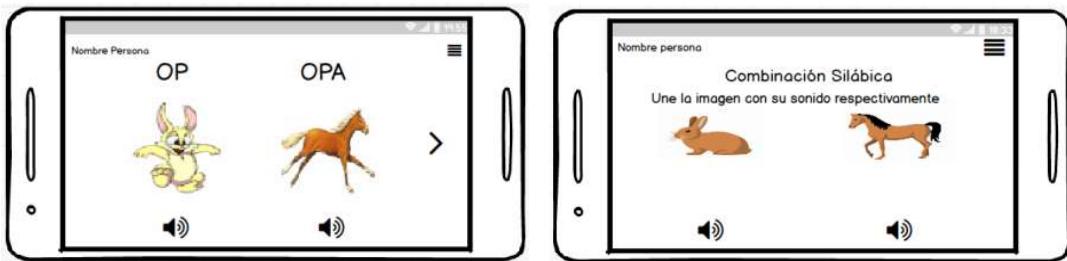


Figura 27: Juego y repaso combinación silábica prototipo de baja fidelidad

□ Lista de Secuencias Rítmicas Móvil

Se diseñó este mockup como se muestra en la figura 28 para que el estudiante pueda acceder al contenido multimedia que tiene cada secuencia. Seleccionando cada secuencia que desee practicar.

A continuación, se le presentará el contenido multimedia de la secuencia y podrá escoger la opción para iniciar el juego como se muestra en la figura 29.

Una vez que acierte el juego podrá continuar con la siguiente secuencia.

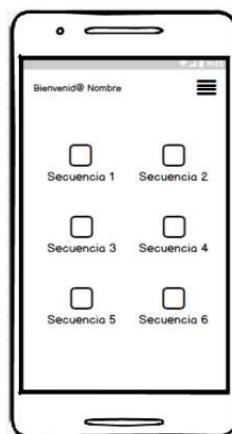


Figura 28: Lista de secuencias rítmicas prototipo de baja fidelidad

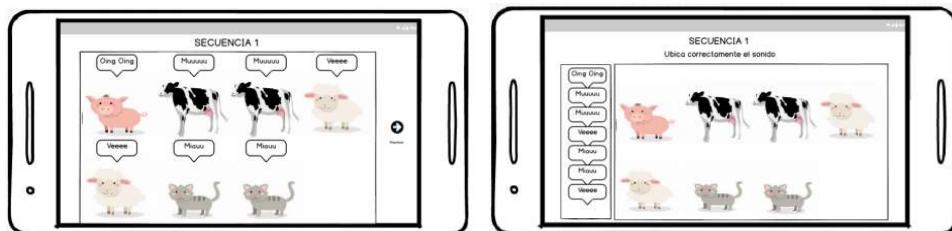


Figura 29: Juego y práctica secuencia rítmica prototipo de baja fidelidad

2.2.2 Prototipo Media fidelidad

Con base en el análisis de los siguientes dos planos de la experiencia de usuario estructura y esqueleto. Se desarrolló dos prototipos de media fidelidad para la aplicación web y móvil. Se utilizó Bootstrap y angular para representar contenido y navegabilidad en estos dos prototipos.

Con la presentación del primer prototipo hubo modificaciones en los mockups que se presentaron en el prototipo de media fidelidad.

A continuación, se detallan las interfaces desarrolladas para este prototipo con sus respectivas modificaciones:

Aplicación Web

Inicio

La interfaz inicial de la aplicación se dividirá en dos opciones una para que accedan los estudiantes y otra para que accedan los terapeutas registrados como se muestra en la figura 30.



Figura 30: Inicio de la aplicación prototipo de media fidelidad

Inicio de Sesión

En la figura 31 se muestra la interfaz de Inicio de Sesión, esta interfaz será para que los terapeutas tengan acceso a los módulos de gestión. Para los estudiantes no se deberá añadir un inicio de sesión.

Inicio de Sesión

Nombre de Usuario

Contraseña

Ingresar

[¿Olvidó su contraseña?](#)
[Cancelar](#)

Figura 31: Inicio de sesión aplicación web prototipo media fidelidad

Interfaz Principal Terapeuta y Estudiante

Una vez que el terapeuta inicie sesión en la aplicación, se le redirigirá a la interfaz principal. Se le presentará las opciones para gestionar Usuarios y Fonemas como se muestra en la figura 32.



Figura 32: Inicio Terapeuta prototipo de media fidelidad

En la interfaz inicial de la aplicación se presentará la opción para acceder a la interfaz principal del estudiante. En esta interfaz se presentará las opciones para acceder a la lista de combinaciones y secuencias como se muestra en la figura 33.



Figura 33: Inicio estudiante prototipo de media fidelidad

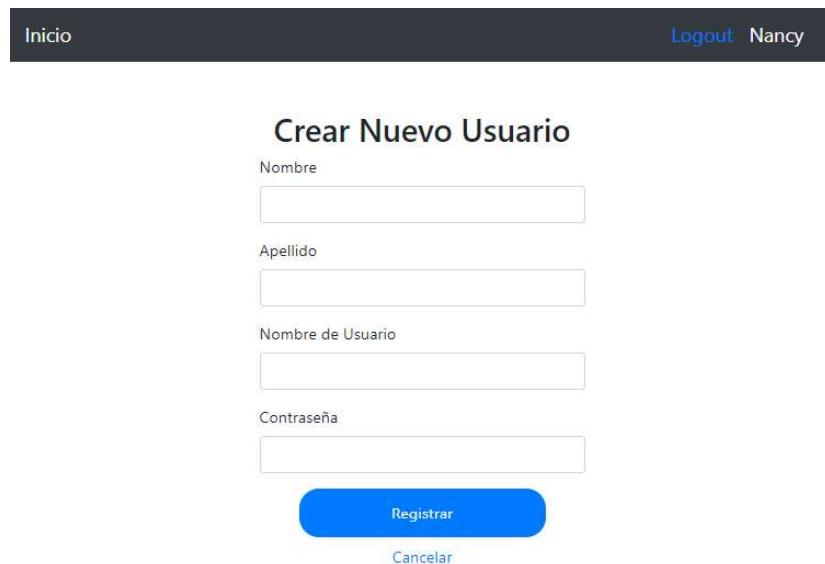
Gestión Usuarios

Al seleccionar la opción de usuarios en la interfaz principal se presentará la lista de usuarios registrados, con las opciones para ver, editar y eliminar un usuario como se muestra en la figura 34.

Lista de Usuarios Registrados				
Crear Nuevo Usuario				
Nombre	Apellido	Nombre de Usuario	Contraseña	Opciones
Nancy	Parreño	nparreño	*****	Ver Detalle Editar Eliminar
Ximena	Chavez	xchavez	*****	Ver Detalle Editar Eliminar

Figura 34: Lista de Usuarios prototipo de media fidelidad

Además, se podrá añadir un usuario al seleccionar la opción. A continuación, se presentará un formulario, en el cual se deberá añadir todos los campos como se muestra en la figura 35.



Este formulario es para registrar un nuevo usuario. Los campos que se deben llenar son:

- Nombre: Un cuadro de texto.
- Apellido: Un cuadro de texto.
- Nombre de Usuario: Un cuadro de texto.
- Contraseña: Un cuadro de texto.

Al final del formulario hay dos botones: "Registrar" (en azul) y "Cancelar".

Figura 35: Registro de Usuarios prototipo de media fidelidad

Gestión Fonemas

Al seleccionar la opción de Fonemas en la interfaz principal se presentará la lista de todos los fonemas registrados como se muestra en la figura 36, con las opciones para ver y eliminar.

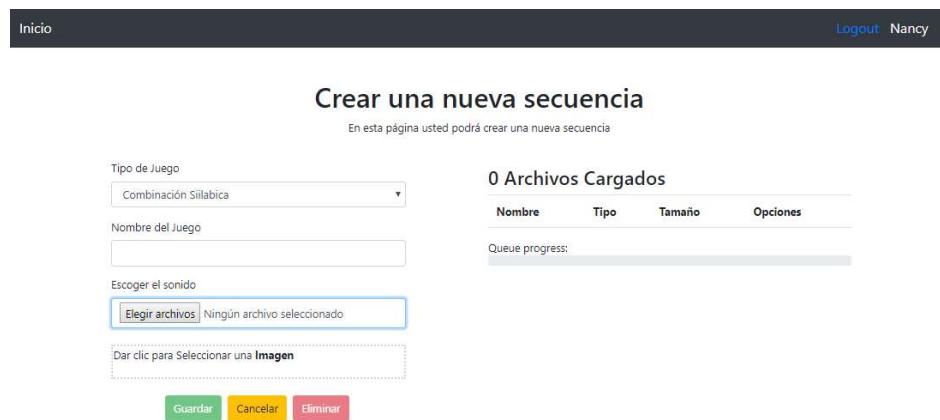


Este es un listado de combinaciones silábicas y secuencias ritmicas. Se muestra una cabecera y tres filas de datos.

Nombre	Fecha	Estado	Tipo	Usuario	Opciones
Combinación Silábica 1	01/01/2018	Habilitado	Combinación Silábica	Nancy	Editar Eliminar
Combinación Silábica 2	01/01/2018	Habilitado	Combinación Silábica	Ximena	Editar Eliminar
Secuencia Ritmica 1	01/01/2018	Habilitado	Secuencia Ritmica	Nancy	Editar Eliminar

Figura 36: Lista de combinaciones y secuencias prototipo de media fidelidad

Además, se podrá añadir un nuevo fonema al seleccionar la opción crear nuevo fonema y se presentará un formulario como se muestra en la figura 37.



Crear una nueva secuencia

En esta página usted podrá crear una nueva secuencia

Tipo de Juego
Combinación Silábica

Nombre del Juego

Escoger el sonido
Elegir archivos Ningún archivo seleccionado

Dar clic para Seleccionar una Imagen

0 Archivos Cargados

Nombre	Tipo	Tamaño	Opciones
Queue progress:			

Guardar Cancelar Eliminar

Figura 37: Formulario crear Nueva Secuencia prototipo de media fidelidad

Combinaciones Silábicas y Secuencias Rítmicas

Al seleccionar la opción combinaciones o secuencias de la página principal del estudiante, se presentará la lista de todas las combinaciones como se muestra en la figura 38 o secuencias como se muestra en la figura 39 disponibles en la aplicación .

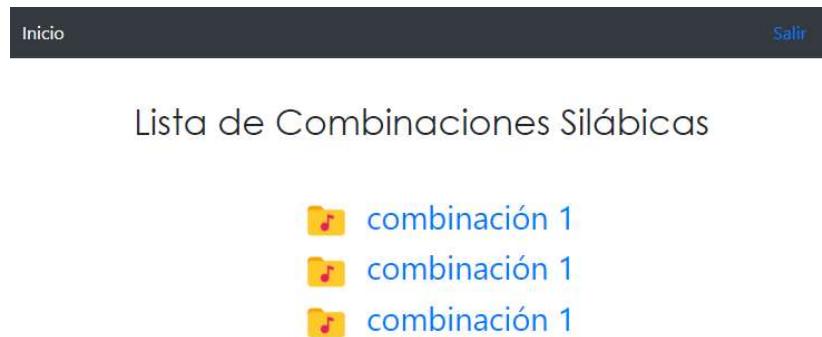


Figura 38: Lista de combinaciones silábicas prototipo de media fidelidad

[Inicio](#) [Salir](#)

Lista de Secuencias Ritmicas

-  Secuencia 1
 -  Secuencia 2
 -  Secuencia 3

Figura 39: Lista de Secuencias rítmicas prototipo de media fidelidad

Combinación Silábica Práctica y Juego prototipo de medida fidelidad

El estudiante tendrá la opción de escoger una combinación. Se le presentará el contenido multimedia como se muestra en la figura 40 y a continuación podrá practicar en el juego como se muestra en la figura 41 .

A central blue-bordered box contains two illustrations: a brown rabbit on the left and a brown horse on the right. To the left of the rabbit is a blue double-headed arrow icon, and to the right of the horse is another blue double-headed arrow icon. In the bottom right corner of the box, there is a circular icon with a white arrow pointing right and the word "Repaso" below it.

Figura 40: Práctica Combinación Silábica prototipo de media fidelidad

Inicio

Salir

Combinación Silábica 1

A cartoon-style illustration of a brown rabbit sitting on its hind legs, facing towards the left. It has long ears and a small tuft of hair on its head.

A cartoon-style illustration of a brown horse with a black mane and tail, walking towards the right. Its front legs are slightly lifted.

ra

ra

ra

ra

Figura 41: Juego Combinación Silábica prototipo de media fidelidad

Secuencia Práctica y Juego

El estudiante tendrá la opción de escoger una secuencia. Se le presentará el contenido multimedia como se muestra en la figura 42 y a continuación podrá practicar el juego como se muestra en la figura 43.

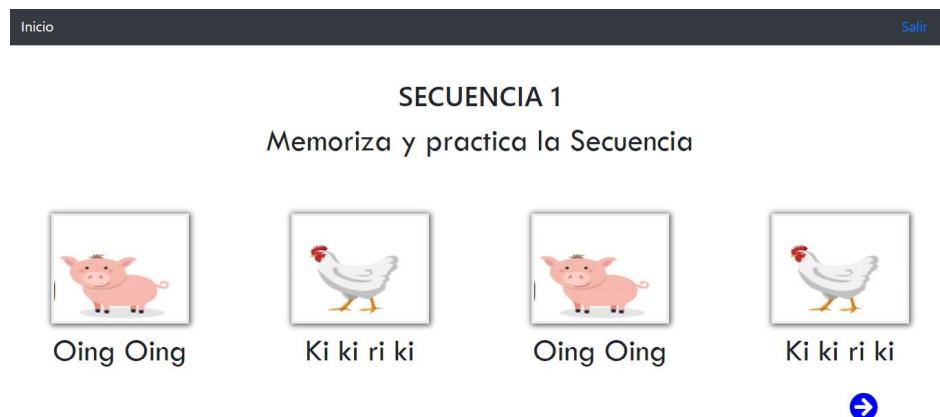


Figura 42: Práctica Secuencia Rítmica



Figura 43: Juego Secuencia Rítmica

Aplicación Móvil

Inicio Estudiante

En el primer prototipo de la aplicación móvil se consideró un inicio de sesión para estudiantes sin embargo con la retroalimentación realizada por parte de las terapeutas el inicio

para el estudiante serían las opciones para acceder a las combinaciones silábicas y secuencias rítmicas, como se muestra en la figura 44.



Figura 44: Inicio estudiante móvil prototipo de media fidelidad

Lista de Combinaciones y secuencias

Al seleccionar una de las dos opciones se le presentará la lista de combinaciones o secuencias activas como se muestra en la figura 45.

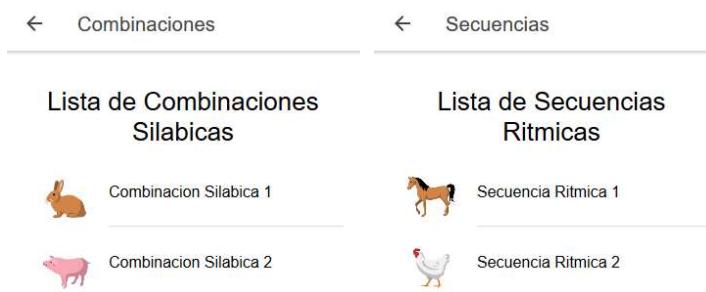


Figura 45: Lista de combinaciones y secuencias prototipo de media fidelidad

Juego y repaso Combinación Silábica

Se deberá seleccionar una de las combinaciones para empezar con el repaso y juego como se muestra en la figura 46.



Figura 46: Práctica y Juego combinaciones silábicas prototipo de media fidelidad

Juego y repaso Secuencia Rítmica

Se deberá seleccionar una de las combinaciones para empezar con el repaso y juego como se muestra en la figura 47.



Figura 47: Práctica y Juego Secuencia Rítmica prototipo de media fidelidad

2.2.3 Prototipo Alta fidelidad

Con base en el análisis de los cinco planos de la Experiencia de Usuario. Se desarrolló dos prototipos de alta fidelidad. Se utilizó angular versión 7, Primefaces y Bootstrap para la aplicación web. También se utilizó el framework IONIC versión 4 para la aplicación móvil. Además, para el desarrollo del backend se utilizó Sails.js con base de datos MongoDB.

Las aplicaciones fueron enlazadas a un repositorio remoto GITLAB utilizando la herramienta de escritorio GitKraken. En estos repositorios se pueden encontrar cada uno de los cambios realizados a cada una de las aplicaciones.

Entorno de desarrollo

El prototipo de alta fidelidad se desarrolló en una laptop Lenovo con las siguientes características:

- Sistema Operativo:** Windows 10 64bits.
- Procesador:** Intel Core i5 4210U 1.70 GHz
- Memoria Ram:** 6GB

Desarrollo Backend

Para el backend se desarrolló una Application Programming Interface REpresentational State Transfer REST (API REST). Se utilizó Sails.js con versión 1.1.0 este es un framework de aplicaciones web (Modelo-Vista-Controlador) está desarrollado sobre el entorno de Node.js. Está realizado bajo el framework Express, incluyendo varias capas de abstracción para hacer un desarrollo más fácil. Posee un ORM, métodos para crear API RESTful y soporte para manejar peticiones en tiempo real gracias a Socket.io. Sails.js ayuda a desarrollar aplicaciones web escalables usando JavaScript como lenguaje de programación.[32].

Y MongoDb con versión 4.0.2 base de datos no relacional para la base de datos. MongoDB es un sistema de gestión de bases de datos diseñado para aplicaciones web y móviles. El modelo de datos y las estrategias de persistencia están diseñadas para un alto rendimiento

de lectura y escritura, y la capacidad de escalar fácilmente. Puede representar una gran cantidad de información dentro de un solo documento en una estructura similar a JavaScript Object Notation (JSON) [38].

La estructura del backend con sus modelos y controladores se representa en la figura 48:

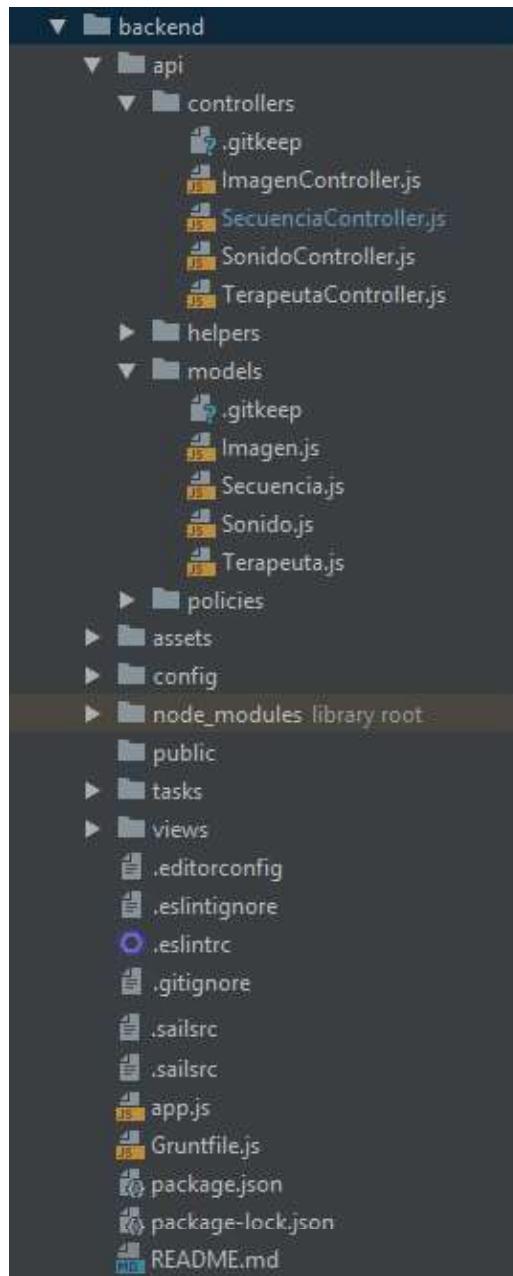


Figura 48: Estructura Proyecto Backend

Desarrollo Frontend

Para el desarrollo del Frontend se utilizó el marco de desarrollo de Angular con versión 7.3.6, con el uso de lenguaje de programación TypeScript. Además, se utilizó PrimeNg que es una colección de componentes de interfaz de usuario ricos para Angular. También para el desarrollo de este prototipo se utilizó Bootstrap que es un conjunto de herramientas para desarrollar con HyperText Markup Language (HTML), Cascading Style Sheets (CSS) y JavaScript (JS). Todos los widgets son de código abierto y de uso gratuito bajo la licencia Massachusetts Institute of Technology (MIT). La estructura del proyecto frontend se divide en módulos y estos contienen:

- **Componentes:** los cuales contienen los siguientes archivos:

- HTML.
- TypeScript.
- CSS.

- **Modelos:** para tipificar las propiedades que conforman nuestro modelo para la vista.

- **Guardias:** interfaces que pueden indicar al enrutador si debe o no permitir la navegación a una ruta solicitada.

- **Servicios:** nos permite obtener y enviar información del backend a través de solicitudes Hypertext Transfer Protocol (HTTP) y métodos get, post, put y delete.

En la figura 49 se observa la estructura del frontend:

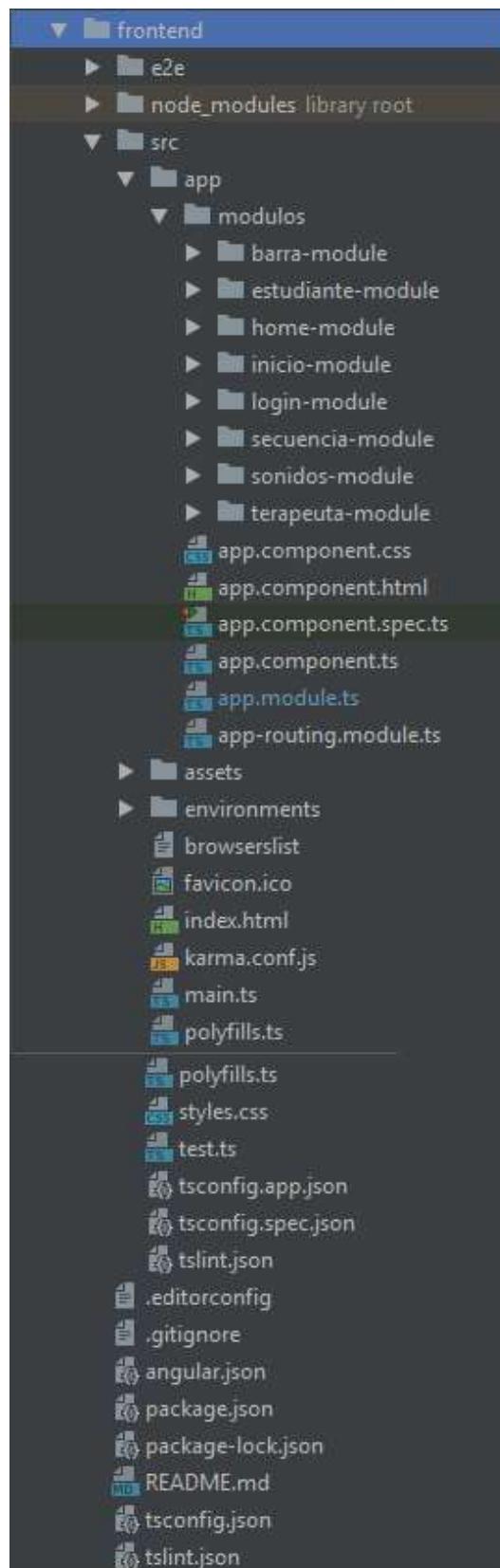


Figura 49: Estructura Proyecto Frontend

Arquitectura Prototipo Alta Fidelidad

La arquitectura de software de un sistema es el conjunto de estructuras necesarias para razonar sobre el sistema. Comprende elementos de software, relaciones entre ellos, y propiedades de ambos [44]. Para la arquitectura del prototipo de alta fidelidad se definió el siguiente diagrama como se observa en la figura 50:

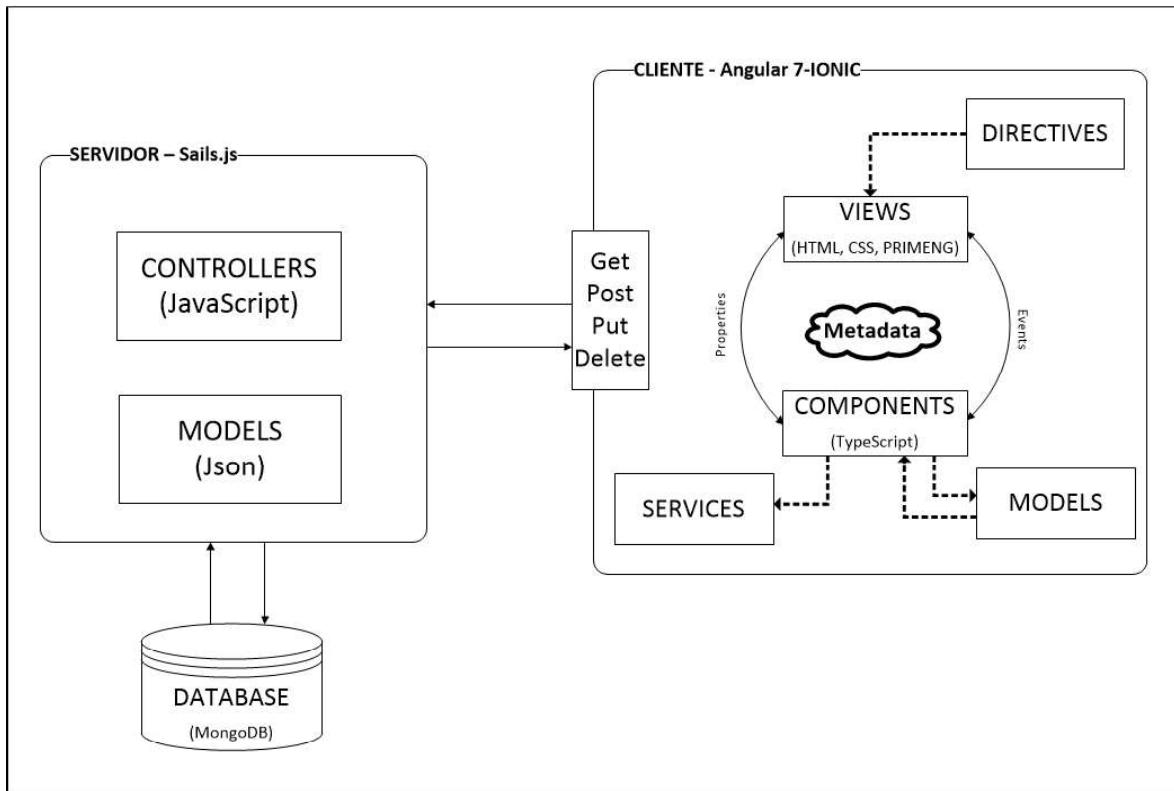


Figura 50: Arquitectura Aplicaciones web y móvil

Aplicación Web

Inicio

En la interfaz de inicio como se muestra en la figura 51 se presentan dos opciones las cuales una dirige al Inicio de sesión para terapeutas y la otra opción la cual dirige al Inicio del estudiante.

En esta interfaz inicial se utilizó la tipografía y paleta de colores establecida en el quinto plano de Experiencia de Usuario.



Figura 51: Inicio prototipo de alta fidelidad

Inicio Estudiante

Como se muestra en la figura 52 la distribución del contenido es igual al presentado en el prototipo de media fidelidad. Se añadió una barra de navegación horizontal y breadcrumbs para mejorar la navegabilidad del estudiante. Se diseñó dos iconos uno para representar las Asociaciones y otro para representar las secuencias. Se utilizó la paleta de colores establecida.



Figura 52: Inicio estudiante prototipo de alta fidelidad

Nivel Asociaciones Imagen-Sonido

Se le presentará una lista de todas las asociaciones que se encuentren activas, el estudiante deberá seleccionar la opción Jugar. Además, para cada nivel se añadió una opción de ayuda para que en todo el proceso de repaso y juego el estudiante siempre tenga la opción de ver las instrucciones. Después de seleccionar la opción Jugar se le presentará las imágenes con su respectivo sonido para que el estudiante pueda repasar, como se muestra en la figura 53.



Figura 53: Repaso Asociación Imagen-Sonido prototipo de alta fidelidad

Deberá seleccionar la opción Iniciar Juego para continuar, se le presentará una lista de imágenes y una lista de sonidos como se muestra en la figura 54.



Figura 54: Juego Asociación Imagen-Sonido prototipo de alta fidelidad

El estudiante deberá unir un sonido con su imagen correspondiente dando un click en el ícono de sonido y un clic en la imagen como se muestra en la figura 55.

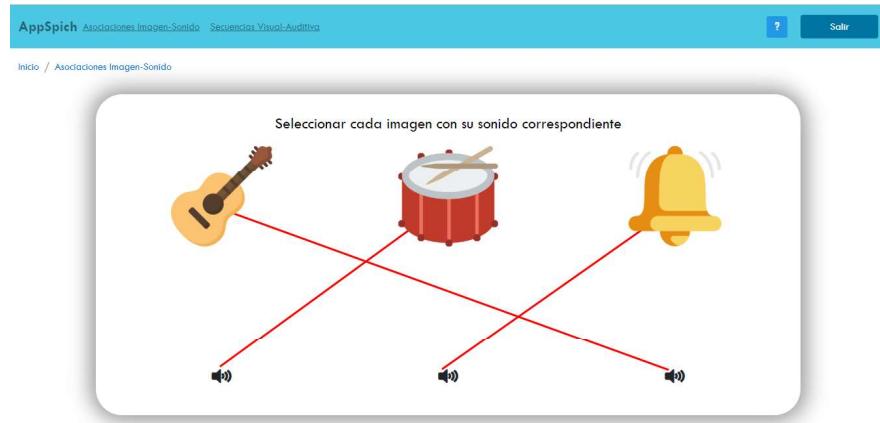


Figura 55: Juego terminado Asociación Imagen-Sonido prototipo de alta fidelidad

Nivel Secuencias Visual-Auditivas

Se le presentará una lista de todas las secuencias que se encuentren activas, el estudiante deberá seleccionar la opción Jugar. Además, para cada nivel se añadió una opción de ayuda para que en el proceso de jugar el estudiante siempre tenga la opción de ver las instrucciones. Después de seleccionar la opción Jugar se le presentará las imágenes con su respectivo sonido para que el estudiante pueda repasar como se muestra en la figura 56.



Figura 56: Repaso Secuencia Visual-Auditiva prototipo de alta fidelidad

Deberá seleccionar la opción Iniciar Juego para continuar, se le presentará una lista de imágenes en desorden como se muestra en la figura 57.



Figura 57: Juego Secuencia Visual-Auditiva prototipo alta fidelidad

Deberá ordenar la secuencia para esto se debe dar un click en cada una de las imágenes respecto al orden presentado en el repaso, una vez terminado el juego como se muestra en la figura 58 el estudiante ganará.



Figura 58: Juego Secuencia Visual-Auditiva prototipo alta fidelidad

Para cada equivocación se le presenta un mensaje de intentalo nuevamente y una vez finalizado cada juego se le presenta un mensaje de felicitación.

Inicio de Sesión

El inicio de sesión se realizará con el nombre de usuario y una contraseña válida, además se añadió la opción de restablecer la contraseña como se muestra en la figura 59. La administración de los usuarios que tendrán acceso a la aplicación será por parte del administrador.



Figura 59: Inicio de Sesión prototipo de alta fidelidad

Inicio Administrador

Como se muestra en la figura 60 la distribución del contenido es igual al presentado en el prototipo de media fidelidad. Se añadió una barra de navegación horizontal y breadcrumbs para mejorar la navegabilidad del administrador. En esta interfaz se presenta las opciones para añadir una secuencia y para añadir terapeutas que utilizaran la aplicación.



Figura 60: Inicio terapeutas prototipo de alta fidelidad

Gestión Secuencias

La interfaz que más tiempo tomó desarrollar fue la de gestión de secuencias y asociaciones. Debido a que tenía que ser una interfaz intuitiva, navegable y fácil de utilizar. Para lograr culminar el proceso para el que está desarrollada. Esta interfaz se encuentra dividida en tres secciones:

□ Lista de Secuencias

En esta interfaz se encuentra la lista de todas las secuencias que están registradas. Además, se presenta la opción de Añadir una nueva secuencia, ver una secuencia creada y activar o desactivar una secuencia ya creada como se muestra en la figura 61.

Lista de Secuencias						
A continuación podrá encontrar la lista de las secuencias registradas						
+ Registrar						
Nombre	Tipo	Fecha	Estado	Imagenes	Sonidos	Opciones
Elefante-Tigre	Asociación Imagen-Sonido	14/7/2019	<input checked="" type="checkbox"/>	2	2	
Tambor-Guitarra	Asociación Imagen-Sonido	14/7/2019	<input checked="" type="checkbox"/>	3	3	
Vaca-Oveja	Asociación Imagen-Sonido	14/7/2019	<input checked="" type="checkbox"/>	2	2	
Perro-Gato-Pajaro	Asociación Imagen-Sonido	14/7/2019	<input checked="" type="checkbox"/>	3	3	
Tigre-Elefante-Vaca	Secuencia Visual Auditiva	14/7/2019	<input checked="" type="checkbox"/>	3	3	

localhost:4200/listar-secuencia

Figura 61: Lista de Secuencias prototipo de alta fidelidad

□ Crear Secuencia

Esta interfaz se dividió en dos secciones: la primera en la cual el terapeuta deberá ingresar la información de la secuencia como se muestra en la figura 62.

AppSpich Secuencia ▾ Terapeuta ▾ Vista Previa admin

Módulo de Secuencias

Crear Secuencia
Llenar los siguientes campos para crear una nueva secuencia

Identificador: 6
Seleccionar Tipo: Asociación Imagen-Sonido (seleccionado), Secuencia Visual Auditiva
Nombre:
Seleccionar Estado: Activo (seleccionado), Inactivo
Guardar Cancelar

Figura 62: Formulario crear secuencia prototipo de alta fidelidad

A continuación, se debe ingresar la lista de imágenes en el mismo orden que la lista de sonidos que formaran esa secuencia como se muestra en la figura 63.

AppSpich Secuencia ▾ Terapeuta ▾ Vista Previa admin

Módulo de Secuencias

Crear Secuencia
Ingresar en el mismo orden las imágenes y sonidos que se presentaran en la secuencia

Identificador: 6
Nombre: Trompeta-Tren
Tipo: Asociación Imagen-Sonido
Estado: Activo

Seleccionar Imágenes Archivos cargados: 2

Nombre	Tamaño	Acciones
trompet.png	0.022 MB	[eliminar]
tren.png	0.011 MB	[eliminar]

Seleccionar Sonidos Archivos cargados: 2

Nombre	Tamaño	Acciones
trompeta.mp3	0.097 MB	[eliminar]
tren.mp3	0.223 MB	[eliminar]

Guardar Limpiar Cancelar

Figura 63: Carga de imágenes y sonidos prototipo de alta fidelidad

Ver Secuencia

En esta interfaz se podrá visualizar la información con su lista de imágenes y sonidos que la forman como se muestra en la figura 64.

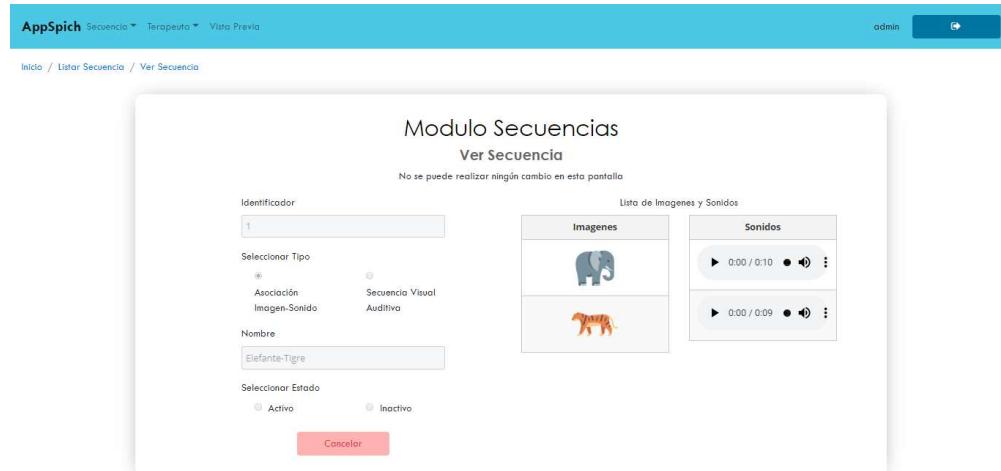


Figura 64: Ver secuencia prototipo de alta fidelidad

Gestión Terapeutas

En la aplicación se realizará la gestión de terapeutas que tendrán acceso a la aplicación. Se presentará una lista de todos los terapeutas registrados en la aplicación. Además, se podrá añadir y editar un terapeuta.

Lista de terapeutas

Como se muestra en la figura 65 esta interfaz se encuentra la lista de todos los terapeutas que están registrados. Además, se presenta la opción de añadir un nuevo terapeuta, ver la información de cada terapeuta registrado. Además, se presenta la opción para editar los datos del terapeuta.

Lista de terapeutas				
A continuación podrá encontrar la lista de los terapeutas registrados				
+ Registrar				
Nombre	Apellido	Nombre de Usuario	Contraseña	Opciones
Administrador	Administrador	admin	*****	
Ximena	Chávez	xchavez	*****	

Figura 65: Lista de terapeutas prototipo de alta fidelidad

Añadir terapeuta

Como se muestra en la figura 66 en esta interfaz se deberá ingresar toda la información para crear un nuevo terapeuta. El nombre de usuario deberá ser un nombre único y la contraseña deberá tener al menos 6 caracteres.

The screenshot shows a modal window titled 'Módulo de Terapeutas' (Therapist Module). On the left, there is a section titled 'Crear Terapeuta' with the sub-instruction 'Llene todos los campos para crear un nuevo terapeuta'. The right side contains four input fields: 'Nombre' (Name) with 'Ximena' entered, 'Apellido' (Last Name) with 'Chávez' entered, 'Nombre de Usuario' (User Name) with 'xchavez' entered, and 'Contraseña' (Password) with '.....' entered. At the bottom are two buttons: 'Guardar' (Save) in blue and 'Cancelar' (Cancel) in red.

Figura 66: Formulario crear terapeuta prototipo de alta fidelidad

Editar Terapeuta

En esta interfaz se podrá editar todos los campos disponibles. Sin embargo, el nombre de usuario no se podrá editar. Una vez creado no se podrá modificar como se muestra en la figura 67.

The screenshot shows a modal window titled 'Módulo de Terapeutas' (Therapist Module). On the left, there is a section titled 'Editar Terapeuta' with the sub-instruction 'Puede hacer cambios en esta pantalla del usuario menos del campo nombre de usuario'. The right side contains four input fields: 'Nombre' (Name) with 'Ximena' entered, 'Apellido' (Last Name) with 'Chávez' entered, 'Nombre de Usuario' (User Name) with 'xchavez' entered, and 'Contraseña' (Password) with '.....' entered. At the bottom are two buttons: 'Actualizar' (Update) in blue and 'Cancelar' (Cancel) in red.

Figura 67: Formulario editar terapeuta prototipo alta fidelidad

Aplicación Móvil

A continuación, se presentan las imágenes del prototipo de alta fidelidad de la aplicación móvil.

Inicio aplicación móvil

Para la aplicación móvil se diseñó una interfaz inicial sin inicio de sesión como se muestra en la figura 68.



Figura 68: Interfaz de inicio prototipo de alta fidelidad móvil

Lista Asociaciones y Lista Secuencias

Al seleccionar cualquiera de las dos opciones se presentará toda la lista de asociaciones o secuencias disponibles como se muestra en la figura 69.

Asociaciones Imagen Sonido		Secuencias	
Lista de Asociaciones		Lista de Secuencias	
	Elefante-Raton Asociación Imagen-Sonido		
	Aguila-Abeja-Pajaro Asociación Imagen-Sonido		
	Aplauso-Silbido Asociación Imagen-Sonido		
	caballo-vaca Asociación Imagen-Sonido		
	campana-tambor-guitarra Asociación Imagen-Sonido		
	carro-tren Asociación Imagen-Sonido		
	elefante-tigre Asociación Imagen-Sonido		
	perro-gato Asociación Imagen-Sonido		
	Búho - Lobo Asociación Imagen-Sonido		

Figura 69: Lista de asociaciones y secuencias

□ Juego Asociación Imagen-Sonido

El estudiante tendrá la opción de seleccionar cualquier asociación activa y empezar el juego como se muestra en la figura 70. En la barra siempre tendrá la opción de ayuda.



Figura 70: Lista de asociaciones y secuencias

□ Juego Secuencia Visual Auditiva

El estudiante tendrá la opción de seleccionar cualquier secuencia activa y empezar el juego como se muestra en la figura 71. En la barra siempre tendrá la opción de ayuda.

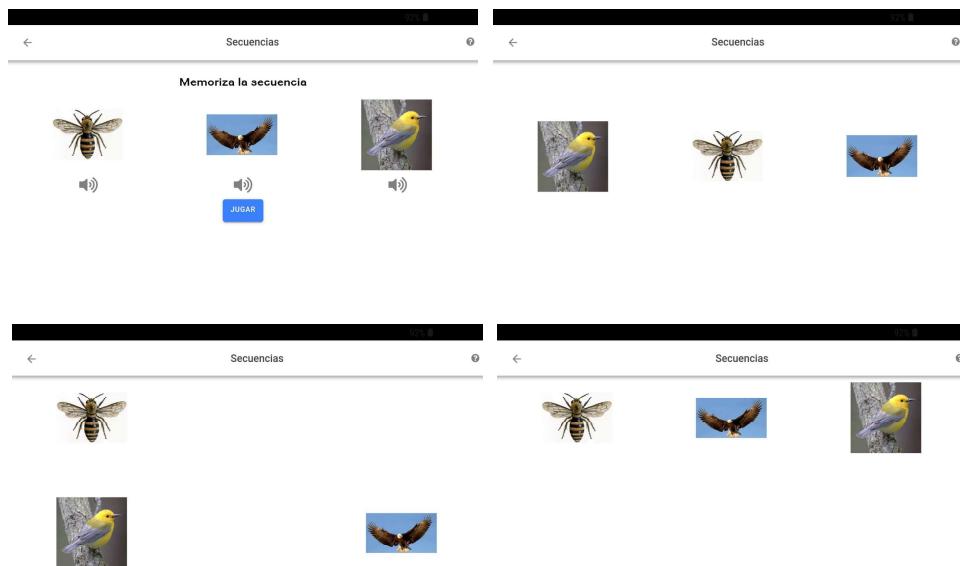


Figura 71: Juego Secuencia Visual Auditiva

2.2.4 Evaluación de los Prototipos

Para la evaluación de los prototipos diseñados y desarrollados se utilizaron, diferentes herramientas que se describen en la elaboración de cada prototipo.

2.2.4.1 Prototipo Baja Fidelidad

Una vez definidos los requerimientos, los requisitos y especificaciones funcionales se diseñó el prototipo de baja fidelidad. Este se evaluó bajo criterios de aceptación, los cuales definen los requisitos de cómo debe comportarse la aplicación para que una determinada acción se pueda llevar a cabo por parte de un usuario, con la ayuda de la representación de posibles interfaces diseñadas en Balsamiq.

El objetivo de esta evaluación fue que los posibles mockups, la funcionalidad y el contenido estén acorde a los requisitos preestablecidos. Se esperó que las terapeutas puedan entender como funcionarían las aplicaciones. De esta evaluación se obtuvo las siguientes interrogantes:

- ¿El estudiante tendrá un Inicio de Sesión?
- ¿La opción de registrar será en un modal?
- ¿Existe un puntaje para cada juego?
- ¿En el juego de secuencias se ubicará la imagen o el sonido?

Con las retroalimentación y observaciones presentadas en este prototipo se desarrolló el prototipo de media fidelidad.

2.2.4.2 Prototipo Media Fidelidad

Para la evaluación del prototipo de media fidelidad, se la realizó con la ayuda de dos terapeutas de INSFIDIM. Con la presentación del prototipo de media fidelidad.

Esta evaluación se realizó para que los terapeutas puedan entender la funcionalidad, interacción, comportamiento, reacciones y delimitación de los componentes, así como sus reacciones ante ciertas tareas. En la figura 72 se visualiza la evaluación de una terapeuta.

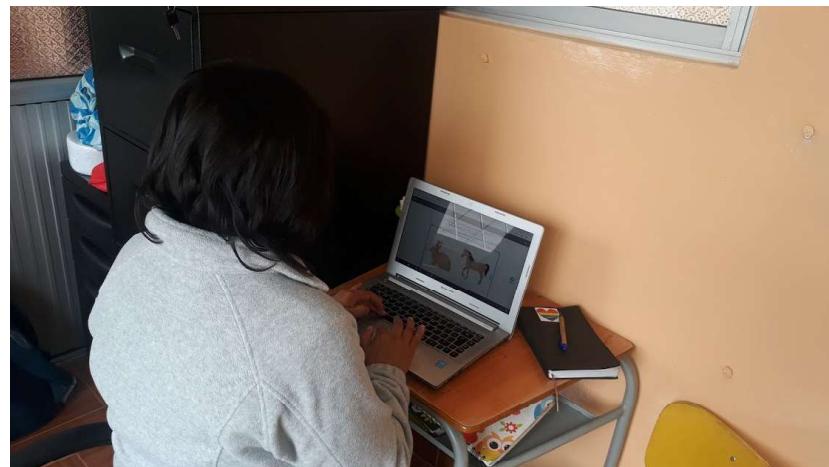


Figura 72: Evaluación prototipo de media fidelidad

Se solicitó llenar una encuesta, visualizada en la figura 73, la cual se dividió en dos secciones Navegabilidad y Organización. Para descubrir las falencias en el prototipo inicial, mejorando la experiencia de usuario mediante la navegabilidad y funcionalidad de la aplicación web y móvil.

Evaluación Prototipo Media Fidelidad

Formulario para evaluar la navegabilidad del segundo prototipo

Navegabilidad

1. ¿Se puede identificar con rapidez la página que se quiere visitar y llegar fácilmente a ella?

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No
 Tal vez

2. ¿Funcionan bien los enlaces?

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

3. ¿El entorno es amigable y puede llegar a donde desea con facilidad?

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No
 Tal vez

4. La navegabilidad de la aplicación funciona correctamente

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No
 Tal vez

5. ¿Cuánto tiempo tarda en cargar la página?

Organización

6. ¿La información está a la vista?

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

7. ¿Los componentes(Botones, imágenes, títulos) están ubicados correctamente?

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No
 Tal vez

8. ¿Los títulos describen la información que encabezan?

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

9. ¿Es adecuado el tamaño de la letra utilizada?

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

Figura 73: Encuesta evaluación prototipo de media fidelidad

El objetivo de esta evaluación fue que la navegabilidad y la organización del contenido esté acorde a la retroalimentación realizada del primer prototipo. Se esperó que las terapeutas puedan entender cómo será la navegabilidad de las aplicaciones. De esta evaluación se obtuvo las siguientes interrogantes:

- ¿ Los títulos describen la información que encabezan ?

Los títulos de las combinaciones silábicas y secuencias rítmicas serán cambiados a Asociación Imagen-Sonido y Secuencia Visual-Auditiva correspondientemente. Tam-

bién el título general para los fonemas será Secuencias.

¿Es adecuado el tamaño de la letra utilizada?

El tamaño de los títulos e indicaciones será más grande, la tipografía que se utilizará en las aplicaciones será TW Cent MT y Century Gothic. Debido a que este tipo de letra contiene la forma real de las vocales.

¿Se cargarán en una lista las imágenes y sonidos?

Se deberá dividir en dos listas una para cargar las imágenes y otra para cargar los sonidos. El orden en que se presenta la secuencia dependerá del orden en que se carguen imágenes y sonidos.

¿El fonema correspondiente a cada imagen se presentará?

El fonema de cada imagen se omitirá para una práctica real con los terapeutas, dejando así la práctica de la imagen con su sonido correspondiente.

2.2.4.3 Prototipo Alta Fidelidad

Las evaluaciones del prototipo de Alta Fidelidad radicó en tres partes. La primera fue realizar un test de accesibilidad a la aplicación web. Una vez corregidas alertas y errores presentados en la evaluación se realizó una evaluación a las terapeutas quienes estuvieron a lo largo del desarrollo de software utilizando la escala de MARS. Finalmente se realizó una evaluación con estudiantes de la Escuela Politécnica Nacional y con desarrolladores de la empresa Futuro Digital utilizando la misma escala.

Test de Accesibilidad

Las aplicaciones desarrolladas están dirigidas a niños con discapacidad por esta razón se realizó un test para medir el nivel de accesibilidad que cuenta la aplicación web. Se utilizó la herramienta WAVE, que sirve para ayudar a los desarrolladores web a revisar que su contenido web sea más accesible para personas con discapacidad.

WAVE presenta la página web evaluada con iconos e indicadores incrustados. Cada ícono, cuadro y pieza de información agregada por WAVE presenta información sobre la accesibilidad de la página [45].

Cuenta con una sección del informe en la cual indica si WAVE detectó algún error o no. A continuación, se detallan los íconos presentados para evaluar[45]:

- Íconos ROJOS indican errores de accesibilidad que deben corregirse.
- Íconos VERDES indican características de accesibilidad.
- Íconos AMARILLOS son íconos de alerta resaltan otros elementos que debe observar.
- Íconos MORADOS indican componentes de navegabilidad.
- Íconos PLOMOS indican el contraste de los elementos de las páginas.

Se evaluó las interfaces de la aplicación web:

Inicio

En la evaluación se presentó los resultados de la barra de navegación que facilita la interacción del usuario entre cada interfaz de la aplicación. Además, se presentó el resultado de utilizar breadcrumbs que facilita revisar el recorrido que se realizó para

llegar a cumplir una tarea. En la figura 74 se puede visualizar la evaluación de la interfaz de inicio del estudiante.



Figura 74: Evaluación WAVE prototipo de alta fidelidad

□ Lista de Asociaciones y Secuencias

En la evaluación de las interfaces de las listas de asociaciones y secuencias se presentó el uso de texto alternativo en imágenes para el entendimiento cuando se utiliza lectores de pantalla.

Además, se presentó la funcionalidad tabindex que facilita la navegación del teclado para elementos interactivos utilizando la tecla tab.

También se presentó ARIA la cual proporciona una semántica mejorada y accesibilidad para el contenido web. En la figura 75 se puede observar los resultados obtenidos de la lista de asociaciones y secuencias.

Figura 75: Evaluación WAVE prototipo de alta fidelidad

MARS

Para la evaluación del prototipo de Alta Fidelidad con MARS se alojó la aplicación web (backend y frontend) en una máquina virtual de Azure con sistema operativo Windows server, además a los testers se les proporciono el apk de la aplicación móvil para poder utilizarla en su teléfono y poder evaluar la aplicación móvil.

La escala de clasificación MARS proporciona a los profesionales una herramienta fácil de usar, simple, objetiva y confiable para evaluar la calidad de las aplicaciones. Esta herramienta también proporciona una lista de verificación para el diseño y desarrollo de aplicaciones de alta calidad [46]. En la figura 76 se visualiza a terapeutas de INSFIDIM realizando la evaluación MARS de la aplicación web y móvil.



Figura 76: Terapeutas de INSFIDIM evaluando el prototipo de alta fidelidad

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se describen los resultados de las encuestas realizadas y los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo del presente proyecto integrador. Contiene figuras y tablas, las cuales presentan el análisis realizado a los diferentes prototipos.

3.1 PROTOTIPOS

3.1.1 Prototipo de baja fidelidad

3.1.1.1 Resultados

Con la definición de criterios de aceptación establecidos para el primer prototipo se entendió de mejor manera cómo se espera que las aplicaciones se comporten.

En cuanto a las dudas realizadas a las terapeutas de INSFIDIM se respondió lo siguiente:

- ¿El estudiante tendrá un Inicio de Sesión?**

El acceso a las Combinaciones Silábicas y Secuencias Rítmicas será sin un inicio de sesión para los estudiantes. Por lo cual la opción de registro en el inicio de sesión se debe suprimir.

- ¿La opción de registrar será en un modal?**

Se solicitó por parte de los terapeutas que el uso de modales sea para funciones de ayuda o instrucciones.

- ¿Existe un puntaje para cada juego?**

El puntaje para cada juego de combinación y secuencia no se debe presentar. Sin embargo las equivocaciones y aciertos se representaran con imágenes ilustrativas.

- ¿En el juego de secuencias se ubicará la imagen o el sonido?

El orden será de ubicar correctamente la imagen.

3.1.1.2 Discusión

- Se decidió utilizar criterios de aceptación debido a que se había establecido un primer prototipo pero una vez terminado y presentado a las terapeutas, su respuesta fue que no es lo que desean.
- Para realizar la versión 2 del primer prototipo se estableció los criterios de aceptación documento en el cual se encuentran detallados para el tipo de usuario que está diseñado y cada uno de sus criterio correspondientes.
- Cada uno de los requerimientos establecidos por las terapeutas fueron debidamente realizados aunque algunos no se encontraban en el alcance del proyecto. Además las observaciones y comentarios obtenidos, se utilizó como retroalimentación para el diseño del segundo prototipo.
- Es de gran importancia conocer las necesidades y limitaciones de los usuarios objetivos, para poder diseñar prototipos que satisfagan sus necesidades.
- Las especificaciones de requerimientos fueron muy importantes al momento de desarrollar los prototipos es aquí en donde se establece la descripción del comportamiento de las aplicaciones que se desarrollaran.

3.1.2 Prototipo de media fidelidad

3.1.2.1 Resultados

Para la evaluación del prototipo de media fidelidad se realizó una encuesta dividida en dos secciones Navegabilidad y Organización, esta con respuestas específicas cada una con respuestas cerradas, sin embargo se realizaron algunas observaciones. Esta encuesta fue hecha personal y verbalmente, las respuestas fueron anotadas en ese momento.

Nº	Navegabilidad	Evaluación Prototipo Media Fidelidad						
		SI		NO		Talvez		Observación
		Terapeuta 1	Terapeuta 2	Terapeuta 1	Terapeuta 2	Terapeuta 1	Terapeuta 2	
1	¿Se puede identificar con rapidez la página que se quiere visitar y llegar fácil y directamente a ella?	✓	✓					
2	¿Funcionan bien los enlaces?	✓	✓					
3	¿El entorno es amigable y puede llegar a donde desea con facilidad?	✓	✓					
4	La navegabilidad de la aplicación funciona correctamente	✓	✓					
5	¿Cuánto tiempo tarda en cargar la página?							Terapeuta 1: 5 a 8 seg Terapeuta 2: 10 seg
	Organización							
6	¿La información está a la vista?	✓	✓					
7	¿Los componentes(Botones, imágenes, títulos) están ubicados correctamente?	✓	✓					
8	¿ Los títulos describen la información que encabezan?			✓	✓			Los títulos del primer nivel debe cambiar de Combinaciones Silabicas a Asociaciones Imagen-Sonido
9	¿Es adecuado el tamaño de la letra utilizada?			✓	✓			El tamaño debe ser mas grande que puede ser observada por niños con dificultad para ver

Figura 77: Resultados encuesta de navegabilidad y organización prototipo de media fidelidad

3.1.2.2 Discusión

- Este prototipo se desarrolló en conjunto con las terapeutas por esta razón su evaluación fue satisfactoria debido a que los enlaces, navegabilidad, contenido y organización presentada fue en base a cada una de sus opiniones.
- En este prototipo se coordino que los colores utilizados para barras de navegación, botones, títulos etc. deben ser cambiados, para ello en el quinto plano de experiencia de usuario se estableció la paleta de colores de las aplicaciones.
- Se observó que en el momento de crear una nueva secuencia cargar las imágenes y sonidos en una misma lista iba a crear varias confusiones y errores. Para solucionar este inconveniente se decidió utilizar dos lista para el contenido multimedia, la primera lista permitirá la carga solo de imágenes y en la segunda la carga solo de sonidos. Con la advertencia de que se deberán subir la imagen en el mismo orden que su sonido correspondiente.
- Se generaron nuevas observaciones y comentarios de este prototipo, las cuales se utilizaron como retroalimentación para el diseño del tercer prototipo.

3.1.3 Prototipo de alta fidelidad

3.1.3.1 Resultados

Test de Accesibilidad

A continuación se describen los resultados obtenidos por WAVE evaluando la accesibilidad de la aplicación web. Se presentan las alertas de accesibilidad, los atributos positivos y los elementos que deben ser revisados en las interfaces principales de la aplicación.

Sección	Alertas	Características	Elementos Estructurales	HTML 5 y Aria
Inicio	3	2	3	0
Página Principal Estudiantes	5	2	4	5
Lista Asociaciones	4	8	4	16
Práctica Asociación	5	1	4	4
Juego Asociación	6	1	3	4
Lista Secuencias	4	3	4	16
Práctica Secuencia	8	1	4	4
Juego Secuencia	11	1	3	4
Página Principal Terapeutas	10	2	9	5
Lista Secuencias Registradas	8	0	18	25
Formulario Crear Secuencias	12	6	10	6
Agregar Imágenes y Sonidos	12	0	18	5
Listar Terapeuta	8	0	16	18
Formulario Terapeuta	8	4	10	5

Figura 78: Resultados test de accesibilidad con WAVE al prototipo de alta fidelidad

Las alertas más presentados en la evaluación de cada interfaz de la aplicación web fueron:

- Enlaces Rotos en las mismas páginas.
- Imágenes cercanas con el mismo texto alternativo.
- Botones y enlaces sin contenido.
- Ausencia de etiquetas de control en formularios.

Evaluación de calidad utilizando MARS

La evaluación de calidad con MARS de las terapeutas de INSFIDIM dio un excelente resultado, las cuales fueron puntuadas con un promedio de 4,50 sobre 5 a la aplicación web y 4,26 sobre 5 a la aplicación móvil.

A continuación, en la tabla 7 se describen los resultados obtenidos y en la figura 79 el promedio correspondiente de la evaluación para la aplicación web:

Tabla 7: Tabla con resultados obtenidos de MARS en la aplicación web.

Resultados de las características de MARS Aplicación Web			
Atractivo			
Características	Terapeuta 1	Terapeuta 2	Promedio
Entretenimiento	4,0	5,0	4,5
Interés	4,0	5,0	4,5
Personalización	4,0	3,0	3,5
Interactividad	4,0	4,0	4,0
Grupo Objetivo	5,0	4,0	4,5
Funcionalidad			
Características	Terapeuta 1	Terapeuta 2	Promedio
Rendimiento	5,0	4,0	4,5
Facilidad de Uso	5,0	4,0	4,5
Navegación	5,0	5,0	5,0
Diseño Gestual	4,0	5,0	4,5
Estética			
Características	Terapeuta 1	Terapeuta 2	Promedio
Diseño	5,0	5,0	5,0
Gráficos	4,0	5,0	4,5
Atractivo Visual	4,0	5,0	5,0
Información			
Características	Terapeuta 1	Terapeuta 2	Promedio
Exactitud	5,0	5,0	5,0
Objetivos	4,0	4,0	4,0
Calidad de la Información	5,0	5,0	5,0
Cantidad de Información	5,0	4,0	4,5
Información visual	5,0	4,0	4,5
Credibilidad	4,0	4,0	4,0
Calidad Subjetiva			
Características	Terapeuta 1	Terapeuta 2	Promedio
Recomendación	5,0	5,0	5,0
Veces de uso	4,0	5,0	4,5
Grado de	5,0	4,0	4,5
Calificación aplicación	4,0	4,0	4,0



Figura 79: Resumen de resultados obtenidos de la evaluación MARS en INSFIDIM

A continuación, en la tabla 8 se describen los resultados obtenidos y en la figura 80 el promedio correspondiente de la evaluación para la aplicación móvil:

Tabla 8: Tabla con resultados obtenidos de MARS en la aplicación Móvil.

Resultados de las características de MARS Aplicación Móvil			
Atractivo			
Características	Terapeuta 1	Terapeuta 2	Promedio
Entretenimiento	4,0	5,0	4,5
Interés	4,0	5,0	4,5
Personalización	4,0	3,0	4,5
Interactividad	4,0	4,0	4,0
Grupo Objetivo	5,0	4,0	4,5
Funcionalidad			
Características	Terapeuta 1	Terapeuta 2	Promedio
Rendimiento	5,0	4,0	4,5
Facilidad de Uso	5,0	4,0	4,5
Navegación	5,0	5,0	5,0
Diseño Gestual	4,0	5,0	4,5
Estética			
Características	Terapeuta 1	Terapeuta 2	Promedio
Diseño	5,0	5,0	5,0
Gráficos	4,0	4,0	4,0
Atractivo Visual	4,0	4,0	4,0

Continua en la siguiente página

Información			
Características	Terapeuta 1	Terapeuta 2	Promedio
Exactitud	4,0	4,0	4,0
Objetivos	4,0	4,0	4,0
Calidad de la Información	5,0	5,0	5,0
Cantidad de Información	4,0	4,0	4,0
Información visual	5,0	5,0	5,0
Credibilidad	4,0	4,0	4,0
Evidencia de uso	2,0	2,0	2,0
Calidad Subjetiva			
Características	Terapeuta 1	Terapeuta 2	Promedio
Recomendación	5,0	5,0	5,0
Veces de uso	4,0	5,0	4,5
Grado de	3,0	3,0	3,0
Calificación aplicación	4,0	4,0	4,0

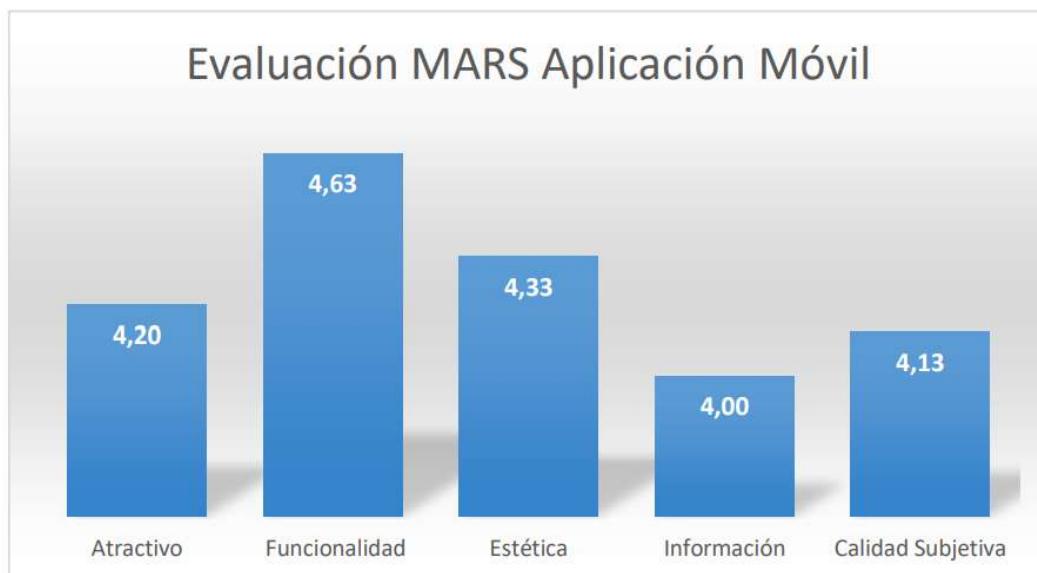


Figura 80: Resumen de resultados obtenidos de la evaluación MARS en INSFIDIM

La evaluación de calidad con MARS de los testers dio un buen resultado, las cuales fueron puntuadas con un promedio de 4,05 sobre 5 a la aplicación web y 3,97 sobre 5 a la aplicación móvil.

A continuación, se puede observar los resultados detallados en la tabla 9 y el promedio de

resultados en la figura 81 de la evaluación para la aplicación web.

Tabla 9: Resultados de los TESTERS de la Escuela Politécnica Nacional.

Resultados de las características de MARS Aplicación Móvil							
N	Tester	Atractivo	Funcionalidad	Estética	Información	Total	Subjetiva
1	Tester 1	4,0	5,0	4,7	4,7	4,6	3,5
2	Tester 2	3,6	3,3	4,0	3,8	3,7	2,8
3	Tester 3	3,4	4,5	4,3	4,2	4,1	4,0
4	Tester 4	3,4	2,8	3,0	3,5	3,2	2,5
5	Tester 5	4,4	4,5	4,3	4,8	4,5	4,8
6	Tester 6	3,6	3,5	3,3	3,5	3,5	2,5
7	Tester 7	3,6	4,3	3,3	4,5	3,9	4,0
8	Tester 8	4,0	4,3	4,3	4,0	4,1	4,0
9	Tester 9	3,2	3,5	3,7	1,5	3,0	0,0
10	Tester 10	4,0	4,3	5,0	3,0	4,1	0,0
11	Tester 11	4,4	4,3	4,7	4,0	4,3	3,5
12	Tester 12	3,6	3,5	3,3	3,5	3,5	2,3
13	Tester 13	4,6	4,0	4,7	4,7	4,5	4,8
14	Tester 14	4,4	4,3	4,7	3,7	4,2	4,0
15	Tester 15	4,2	4,5	3,7	4,5	4,2	4,0
16	Tester 16	4,6	4,5	5	4,3	4,6	4,5
17	Tester 17	4,4	4,8	5,0	4,7	4,7	3,3
18	Tester 18	4,4	4,5	4,3	3,2	4,1	3,0
19	Tester 19	3,8	4,5	4,7	3,5	4,1	3,8

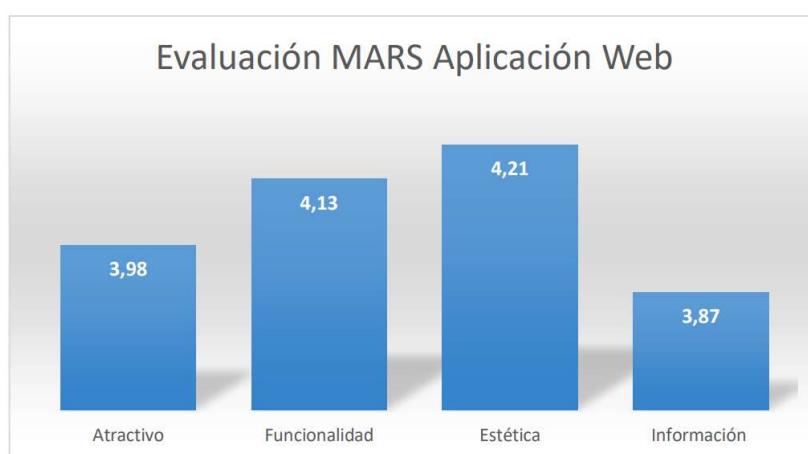


Figura 81: Resumen de resultados de cada tester obtenidos de la evaluación MARS aplicación Web

A continuación, se puede observar los resultados detallados en la tabla 10 y el promedio de resultados en la figura 82 de la evaluación para la aplicación móvil.

Tabla 10: Resultados de los TESTERS de la Escuela Politécnica Nacional.

Resultados de las características de MARS Aplicación Móvil							
N	Tester	Atractivo	Funcionalidad	Estética	Información	Total	Subjetiva
1	Tester 1	4,2	4,3	4,3	4,1	4,2	4,0
2	Tester 2	3,6	4,3	4,3	4,7	4,2	4,8
3	Tester 3	3,6	3,3	3,3	3,3	3,4	0,0
4	Tester 4	3,4	3,8	3,3	4,4	3,7	3,8
5	Tester 5	3,0	3,5	3,7	2,6	3,2	3,8
6	Tester 6	4,4	4,0	4,7	3,4	4,1	3,8
7	Tester 7	4,6	4,0	4,7	4,7	4,5	5,0
8	Tester 8	3,8	4,0	4,0	3,0	3,7	3,8
9	Tester 9	3,8	4,5	3,3	4,7	4,1	3,8
10	Tester 10	4,8	4,0	5,0	4,1	4,5	4,5
11	Tester 11	4,2	4,0	5,0	4,0	4,3	4,0
12	Tester 12	4,0	4,0	4,3	2,4	3,7	3,5
13	Tester 13	3,8	4,3	4,7	3,3	4,0	0,0

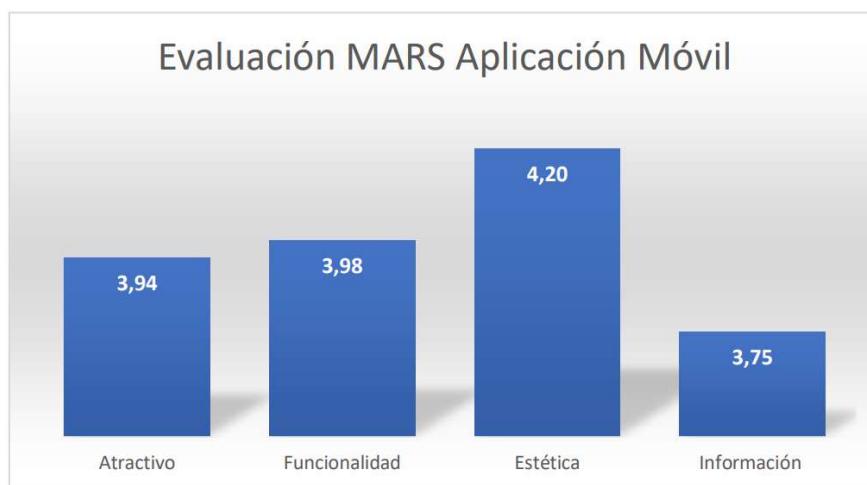


Figura 82: Resumen de resultados de cada tester obtenidos de la evaluación MARS aplicación Móvil

3.1.3.2 Discusión

- En el test de accesibilidad realizado a la aplicación web, la herramienta WAVE no presentó errores, sin embargo mostró alertas que corresponde a enlaces rotos en las mismas páginas esto se debe a que se utilizan imágenes en links y no se presenta un texto descriptivo para el usuario, imágenes cercanas con el mismo texto alternativo esto se presentó porque las imágenes presentadas para el repaso y juego se obtienen de una lista de imágenes y cada atributo se asigna dinámicamente esto se solucionó añadiendo un index a la descripción, Botones y enlaces sin contenido esta alerta se presentó debido a que a la aplicación se le añadió una barra de navegación responsive. La ultima alerta presentada es la ausencia de etiquetas de control en formularios, esto se debe a que se utiliza controles de formularios para búsquedas en tablas de asociaciones y secuencias.
- En el mismo test de accesibilidad se presentó resultados positivos esto se debe a que todas las imágenes tienen textos alternativos utilizando la propiedad alt, Elementos estructurales. Navegabilidad tanto la barra de navegación como breadcrumbs, campos de entradas en formularios con sus respectivas etiquetas, barras de búsquedas en tablas, elementos ARIA, etc.
- Los resultados obtenidos de la evaluación al prototipo de alta fidelidad reflejaron la satisfacción por parte de los terapeutas debido a que se fue desarrollando con la ayuda de ellos y eran los principales interesados en las aplicaciones.
- Los resultados obtenidos de la evaluación al prototipo de alta fidelidad por parte de los testers fue bueno debido a que los estudiantes de la Escuela Politécnica Nacional y de la empresa Futuro Digital dieron su punto de vista técnico fijándose en otros detalles que ayudaron a identificar la presencia de defectos en las aplicaciones y mejorar en futuras versiones la funcionalidad, diseño, estilos, etc.
- Los resultados mas bajos que se obtuvieron fueron en la evaluación de la aplicación móvil en la categoría grado de dificultad de instalación, debido a que en algunos modelos de celulares no se pudo instalar la aplicación porque la aplicación al no encontrarse en una tienda oficial el dispositivo bloquea las configuraciones de instalación. Sin embargo, este inconveniente no se les presento a todas las personas y a otras se les brindo un soporte personal.

- El resultado promedio de las evaluaciones de MARS a las terapeutas dio un promedio de 4,5 sobre 5 para la aplicación web y 4,26 sobre 5 para la aplicación móvil mostrando que las aplicaciones satisfacen las necesidades de los usuarios interesados.
- Los resultados obtenidos de los testers, al evaluar el atractivo de las aplicaciones tuvo un promedio de 3,98 sobre 5 en la aplicación web y 3,94 sobre 5 en la aplicación móvil. La personalización es la calificación más baja con un promedio de 3,58 sobre 5 en la aplicación web y un promedio de 3,5 sobre 5 en la aplicación móvil.
- Respecto al resultado obtenido al evaluar la funcionalidad de las aplicaciones tuvo un promedio de 4,13 sobre 5 en la aplicación web y 3,98 sobre 5 en la aplicación móvil. El rendimiento es la calificación más baja con un promedio de 3,53 sobre 5 en la aplicación web y un promedio de 3,40 sobre 5 en la aplicación móvil. Esta calificación se debió a la rapidez de la respuesta del servidor. Sin embargo, la aplicación será utilizada locamente en la fundación.
- La evaluación de la estética de las aplicaciones tuvo un promedio de 4,21 sobre 5 en la aplicación web y 4,20 sobre 5 en la aplicación móvil. El diseño es la calificación más baja con un promedio de 4,21 sobre 5 en la aplicación web y un promedio de 4 sobre 5 en la aplicación móvil.
- Referente a la evaluación de la información de las aplicaciones tuvo un promedio de 3,87 sobre 5 en la aplicación web y 3,75 sobre 5 en la aplicación móvil. Objetivos es la calificación más baja con un promedio de 3,56 sobre 5 en la aplicación web y en la aplicación móvil la evidencia de uso es la calificación mas baja con un promedio de 3 sobre 5 debido a que, al ser la primera evaluación antes de su uso, no cuenta con ninguna evidencia.
- Con relación a las anteriores evaluaciones la calidad subjetiva obtuvo el menor puntaje de la evaluación con un promedio de 3,21 sobre 5 en la aplicación web y un promedio de 3,42 sobre 5 en la aplicación móvil. la pregunta que bajo el promedio de la sección fue el grado de dificultad de instalación con un promedio de 2,42 sobre 5 en la aplicación web y un promedio de 3,89 en la aplicación móvil. Como se mencionó en un anterior ítem esto se debió a que el dispositivo bloqueo la instalación de la aplicación.

4 CONCLUSIONES

4.1 CONCLUSIONES

- La definición de requerimientos funcionales y no funcionales es la actividad más importante para empezar con el desarrollo de software porque se intercambian diferentes ideas entre el equipo de desarrollo y terapeutas, para así recopilar y modelar lo que las aplicaciones deben realizar. Sin embargo, para el presente proyecto fue una de las etapas más difíciles debido a que no se evaluó de una manera correcta lo que el usuario necesitaba o se comprendió ideas distintas a las requeridas inicialmente. Además, que los requerimientos tengan un cambio frecuente dificultó el avance del desarrollo.
- El diseño y desarrollo de prototipos para el proyecto facilitó la interpretación de las necesidades de los usuarios. Debido a que en el proceso evolutivo de prototipado se detectaron errores, y con la retroalimentación por parte de las terapeutas se fueron realizando mejoras entre cada prototipo, y con cada uno de ellos satisfacer de mejor manera las necesidades y limitaciones de las personas con discapacidad y terapeutas. De esta manera se logró desarrollar un prototipo web híbrido de alta fidelidad que permite la gestión de asociaciones imagen-sonido y secuencias visual-auditivas, que ofrece una variedad de contenido multimedia para el aprendizaje de personas con discapacidad. Además, este prototipo permite la práctica de las secuencias creadas. También se desarrolló un prototipo móvil de alta fidelidad que permite la práctica y aprendizaje de las secuencias creadas, en un dispositivo móvil.
- Las evaluaciones a cada uno de los prototipos facilitaron la comprensión de los usuarios que van a utilizar las aplicaciones y el entorno que los rodea, y de esta manera recabar información necesaria para poder desarrollar aplicaciones con interfaces usables que satisfagan las necesidades de las personas con discapacidad. Además, rea-

lizar evaluaciones tempranas y a cada prototipo permitió encontrar fallas y corregirlas a tiempo antes de culminar el producto final.

- El principal objetivo del presente proyecto integrador ha sido cumplido al dar a las personas con discapacidad una herramienta útil que ayuda al aprendizaje de asociaciones imagen-sonido y secuencias visual-auditivas.
- La importancia de integrar las tecnologías de información en la educación permite el desarrollo de habilidades y competencias a tempranas edades, o también permiten desarrollar las habilidades de las personas con discapacidad. Lo que implica cambiar métodos antiguos de educación y mejorar el tipo de formación que se brinda a los estudiantes actualmente.

4.2 RECOMENDACIONES

- Utilizar imágenes y sonidos educativos para formar las secuencias, este contenido multimedia debe estar enfocado a personas con discapacidad, grupo objetivo para quien se dirigió estas aplicaciones.
- En este proyecto integrador se desarrollo aplicaciones web y móvil de mediana complejidad, para ello se utilizó experiencia de usuario y prototipado que facilitaron la identificación rápida de errores y poder pulir las funcionalidades de las aplicaciones. Para futuras versiones se puede utilizar UX y prototipado para obtener similares resultados.
- Al tratarse de un proyecto integrador realizado en la Escuela Politécnica Nacional, se puede fomentar el uso de herramientas como Azure para ayudar con su exposición a través de herramientas que nos provee la universidad.
- En base a la experiencia de este proyecto seria conveniente seguir implementando niveles con mayor dificultad en versiones futuras, esto se conseguiría aumentando niveles tanto en complejidad como en tipo de actividades que se podrán realizar. Además, aumentando la historia y jugabilidad de las aplicaciones para que sea más atractivo y presentar un mayor reto a las personas con discapacidad.
- Seria importante realizar nuevas evaluaciones teniendo en cuenta las mejoras realizadas al final de la evaluación del tercer prototipo, evaluando la ayuda de las aplicaciones

en el desarrollo de las habilidades del habla con un grupo de niños, que han utilizado las aplicaciones y verificar su correcto funcionamiento.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] U. Alto Comisionado de Derechos Humanos, *Declaración Universal de Derechos humanos*. dirección: https://www.un.org/es/documents/udhr/UDHR_booklet_SP_web.pdf.
- [2] CONAFE, *2discapacidad_motriz.pdf*. dirección: https://www.educacionespecial.sep.gob.mx/2016/pdf/discapacidad/Documentos/Atencion_educativa/Motriz/2discapacidad_motriz.pdf (visitado 17-07-2019).
- [3] UNESCO, *Enfoques estratégicos sobre las TICS en educación en América Latina y el caribe*. dirección: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/images/ticsesp.pdf>.
- [4] G. Sarrionandia, «INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN EDUCATIVA. “VOZ Y QUEBRANTO”», es, vol. 6, n.º 2, pág. 10,
- [5] R. Navarrete, *Aplicación de la experiencia de usuario accesible en entornos web de recursos educativos abiertos*. 2017. dirección: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/71470>.
- [6] J. Garret, *The Elements of User Experience: User-Centered Design for the Web and Beyond, Second Edition*, en.
- [7] CONADIS, *Estadísticas de Discapacidad*, es. dirección: https://public.tableau.com/views/Discapacidad/Inicio?:embed=y&:showVizHome=no&:loadOrderID=0&:display_count=yes&:showTabs=y (visitado 17-07-2019).
- [8] V. Almendáriz, «CATÁLOGO DIGITAL DE SOFTWARE PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD INTELECTUAL», es, pág. 107,
- [9] OMS, *OMS / Discapacidades*. dirección: <http://www.who.int/topics/disabilities/es/> (visitado 17-07-2019).
- [10] AAIDD, *Definición*, en. dirección: <https://aidd.org/intellectual-disability/definition> (visitado 17-07-2019).

- [11] *La discapacidad física: ¿qué es y qué tipos hay?* | Observatorio de la Discapacidad Física, es. dirección: <https://www.observatoridiscapacitat.org/es/la-discapacidad-fisica-que-es-y-que-tipos-hay> (visitado 17-07-2019).
- [12] *Trastornos del Habla y Lenguaje* | Center for Parent Information and Resources, en. dirección: <https://www.parentcenterhub.org/lenguaje/> (visitado 17-07-2019).
- [13] L. Echaur y J. Gracida, *Discapacidad intelectual Guía didáctica para la inclusión en educación inicial y básica*, es-ES, Dirección de Medios y Publicaciones, ép. Guía didactica. México: Dirección de Medios y Publicaciones, CONSEJO NACIONAL DE FOMENTO EDUCATIVO. dirección: https://www.educacionespecial.sep.gob.mx/2016/pdf/discapacidad/Documentos/Atencion_educativa/Intelectual/2discapacidad_intelectual.pdf (visitado 01-08-2019).
- [14] F. Pesántez y R. Sánchez, «Inclusión discapacidad y educación», es, pág. 635,
- [15] F. Pérez, «LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA RESPUESTA EDUCATIVA A LAS NECESIDADES EDUCATIVAS ESPECIALES DEL NIÑO CON DISFASIA.», es, pág. 12,
- [16] F. Soto, «Tecnología y diversidad educativa: Oportunidades, riesgos y perspectivas de futuro», es, pág. 19,
- [17] J. Nielsen, *The Definition of User Experience (UX)*, es. dirección: <https://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/> (visitado 17-07-2019).
- [18] R. Pressman, *Ingeniería del software: Un enfoque práctico*, es. México: McGraw-Hill, 2010, OCLC: 782894802, ISBN: 978-607-15-0314-5.
- [19] I. Sommerville, *Ingeniería de software*, es. México: Pearson/Addison Wesley, 2009, OCLC: 981373608, ISBN: 978-84-7829-074-1.
- [20] T. Granollers i Saltiveri, *UNA METODOLOGÍA QUE INTEGRA LA INGENIERÍA DEL SOFTWARE, LA INTERACCIÓN PERSONAORDENADOR Y LA ACCESIBILIDAD EN EL CONTEXTO DE EQUIPOS DE DESARROLLO MULTIDISCIPLINARES*. dirección: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8120/Tgsa2de5.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.
- [21] M. Moreno, *02 - Ingenieria del Software.pdf*, es-ES. España.

- [22] J. Díaz, A. Amadeo e I. Harari, *Guía de recomendaciones para diseño de software centrado en el usuario*. es. La Plata: D - Editorial de la Universidad Nacional de La Plata, 2013, OCLC: 950462882, ISBN: 978-950-34-1030-1. dirección: <http://public.eblib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=4508232> (visitado 01-08-2019).
- [23] SIDAR, *Prototipado*. dirección: <http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visible/técnicas/Prototyping.htm> (visitado 30-07-2019).
- [24] UDEMY, *UX Design: Conceptos básicos para principiantes*, es-es. dirección: <https://www.udemy.com/introduccion-al-diseno-ux/> (visitado 30-07-2019).
- [25] BALSAMIQ, *Balsamiq Wireframes / Balsamiq*, es. dirección: <https://balsamiq.com/wireframes/> (visitado 30-07-2019).
- [26] Lucidchart, *Online Diagram Software & Visual Solution*, es. dirección: <https://www.lucidchart.com> (visitado 30-07-2019).
- [27] ¿Qué es TypeScript?, es_ES, jul. de 2016. dirección: <https://devcode.la/tutoriales/que-es-typescript/> (visitado 30-07-2019).
- [28] What is JavaScript?, es. dirección: https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/JavaScript/First_steps/Qu%C3%A9_es_JavaScript (visitado 30-07-2019).
- [29] Qué es HTML, es. dirección: <https://codigofacilito.com/articulos/que-es-html> (visitado 30-07-2019).
- [30] Adobe, Aprenda a usar CSS en Adobe Dreamweaver, en. dirección: <https://helpx.adobe.com/es/dreamweaver/using/cascading-style-sheets.html> (visitado 30-07-2019).
- [31] Angular, es-ES. dirección: <https://tecnasau.tecnasa.com/cursos/tecnicos/angular/> (visitado 30-07-2019).
- [32] I. Abascal Lozano, *Introducción a Sails.js, un framework para crear aplicaciones real-time*, Español, ago. de 2014. dirección: <https://abalozz.es/introduccion-a-sails-js-un-framework-para-crear-aplicaciones-realtime/> (visitado 30-07-2019).
- [33] M. Jacob, *Bootstrap*, es. dirección: <https://getbootstrap.com/> (visitado 30-07-2019).
- [34] Ionic, *Ionic - Cross-Platform Mobile App Development*, es. dirección: <https://ionicframework.com/> (visitado 30-07-2019).
- [35] PrimeNG, en. dirección: <https://www.primefaces.org/primeng/#/> (visitado 30-07-2019).

- [36] *WebStorm*, es. dirección: <https://comprasoft.com/jetbrains/webstorm> (visitado 30-07-2019).
 - [37] UDEMY, es-es. dirección: <https://www.udemy.com/introduccion-a-nodejs/> (visitado 30-07-2019).
 - [38] *What Is MongoDB?*, es. dirección: <https://www.mongodb.com/what-is-mongodb> (visitado 30-07-2019).
 - [39] V. Pandey, *How to Connect Your MongoDB Deployments to Robo 3t GUI at ScaleGrid - DZone Database*, es. dirección: <https://dzone.com/articles/how-to-connect-your-mongodb-deployments-to-robo-3t> (visitado 30-07-2019).
 - [40] GitKraken, *Git Client - Tableros Glo / GitKraken*. dirección: <https://www.gitkraken.com/> (visitado 02-08-2019).
 - [41] *GitLab - Un servicio web de control y desarrollo de software colaborativo*, es. dirección: <http://estebanromero.com/herramientas-emprender-desarrollar-proyectos/gitlab-un-servicio-web-de-control-y-desarrollo-de-software-colaborativo/> (visitado 30-07-2019).
 - [42] MICROSOFT, *¿Qué es OneDrive?*, es-ES. dirección: <https://support.office.com/es-es/article/%c2%bfqu%c3%a9-%c2%bfes-%c2%bfOneDrive-fd8c365-e199-41e0-9d93-1a853e4baa38> (visitado 30-07-2019).
 - [43] Google, *Google Drive: Almacenamiento en la nube, copias de seguridad de fotos, documentos y mucho más*. dirección: https://www.google.com/intl/es_ALL/drive/ (visitado 02-08-2019).
 - [44] P. Velasco-Elizondo, *Arquitectura de Software: Conceptos y Ciclo de Desarrollo*. es. ene. de 2015, ISBN: 978-607-522-456-5. dirección: https://www.researchgate.net/publication/281137715_Arquitectura_de_Software_Conceptos_y_Ciclo_de_Desarrollo.
 - [45] WAVE, *Ayuda de WAVE*. dirección: <https://wave.webaim.org/help> (visitado 03-08-2019).
 - [46] «The Mobile Application Rating Scale (MARS): A new tool for assessing the quality of health apps», pág. 2, feb. de 2015. dirección: <https://eprints.qut.edu.au/71733/5/71733.pdf> (visitado 02-08-2019).

ANEXOS

I PROTOTIPOS

I.1 Prototipo 1

I.2 Prototipo 2

I.3 Prototipo 3

II ACTAS DE REUNIONES

II.1 Acta de reunión prototipo de baja fidelidad

II.2 Acta de reunión prototipo de media fidelidad

II.3 Acta de reunión prototipo de alta fidelidad

III DOCUMENTOS GENERADOS

III.1 Estadísticas CONADIS

III.2 Criterios de Aceptación Prototipo I

III.3 Modelo Conceptual Base de datos

III.4 Modelo Lógico Base de datos

III.5 Arquitectura de las aplicaciones

III.6 Encuesta de evaluación prototipo de media fidelidad

III.7 Evaluación MARS

III.8 Resultados Encuesta de Satisfacción del prototipo de alta fidelidad de la aplicación AppSpich

IV CÓDIGO FUENTE

IV.1 Aplicación móvil

IV.2 Aplicación web

IV.3 Backend

V MANUALES

V.1 Manual de usuario

V.2 Manual de configuración